

EL «WASHO ROAD TEST»

POSIBLES APLICACIONES A LAS CARRETERAS ESPAÑOLAS

Por MANUEL VELAZQUEZ VELAZQUEZ

Ingeniero de Caminos

Después de presentar un resumen descriptivo del ensayo del comportamiento de los pavimentos bajo los efectos del tráfico, realizado en los Estados Unidos, presenta el autor un estudio de la aplicación de estos resultados a nuestras carreteras, llegando a consecuencias de indudable interés.

El Washo Road Test (Washo = Western Association State Highway Officials) ha sido descrito extensamente en gran cantidad de publicaciones técnicas, especialmente en lengua inglesa, por lo que serán pocos los lectores de este artículo, interesados sin duda en los problemas planteados por el proyecto y construcción de carreteras, que no conozcan en líneas generales lo que es este ensayo y las conclusiones obtenidas de él.

No obstante, en beneficio de quienes incidentalmente no hubieran tenido ocasión de estudiarlo, antes de intentar deducir de él consecuencias prácticas aplicables a nuestras carreteras, haremos un breve resumen de su descripción y resultados. Quienes deseen más detalles encontrarán referencias suficientes en la bibliografía.

I. Descripción del Washo Road Test.

El Washo Road Test es un ensayo a escala natural del comportamiento de los pavimentos bajo los efectos del tráfico, realizado en los Estados Unidos.

En él colaboraron los Departamentos de Obras Públicas de 11 Estados Occidentales, la Alaska Road Commission, el Bureau of Public Roads, siete fabricantes de camiones, ocho fabricantes de remolques, 23 Compañías petrolíferas, etc.

El costo aproximado del ensayo fué de 900 000 dólares. Su realización se confió a un Comité formado por representantes de los organismos citados.

Las pistas de ensayo se construyeron en un punto del Suroeste de Idaho, elegido como representativo de grandes áreas del Oeste de los Estados Unidos en cuanto a suelo, clima y otros factores (fig. 1.^a).

Este lugar, situado a 100 millas al Norte de Salt Lake City, es un valle semiárido en el que la precipitación normal es de 381 mm. al año, repartidos bastante uniformemente en los doce meses, aunque los años 1952 y 1953 fueron algo más secos que lo normal.

El suelo es del tipo A-4, bastante uniforme, con un límite líquido de 35 y un índice de plasticidad de 10, aproximadamente.

La construcción de las pistas de ensayo duró de

abril a septiembre de 1952. Estas pistas eran dos circuitos idénticos, compuesto cada uno de ellos de dos rectas de 1 900 pies (579,1 m.) de longitud y 24 pies (7,32 m.) de anchura, unidas en los extremos por curvas de 150 pies (45,72 m.) de radio, con peraltes (figura 2.^a). Cada recta estaba dividida en cinco secciones de ensayo de 300 pies (91,44 m.), separadas por secciones de transición de 100 pies (30,48 m.). Los espesores totales de firme más pavimento, en las cinco secciones de ensayo de cada recta, eran 6, 10, 14, 18 y 22 pulgadas (15,24; 25,4; 35,56; 45,72 y 55,88 centímetros). La anchura del camino era de 24 pies, con dos circulaciones de 12 pies (3,66 m.). En cada pista, una de las rectas tenía un pavimento de aglomerado asfáltico de 4 pulgadas (10,16 cm.) de espesor, y la otra un pavimento del mismo tipo de dos pulgadas (5,08 cm.). La base y la subbase eran de grava machacada. La capa de base tenía un espesor de dos pulgadas bajo pavimentos de cuatro pulgadas de hormigón asfáltico y de cuatro pulgadas bajo pavimentos de dos pulgadas. Se pavimentaron también con aglomerado asfáltico trozos de 50 pies (15,24 m.) de longitud de los paseos de seis de las secciones de prueba, con una anchura adicional de seis pies (1,83 metros).

Por una de las pistas circularon, por una de las vías, dos tractores con semiremolques con ejes tandem cargados a 40 000 libras (18 143 Kg.) y, por la otra, dos vehículos análogos con ejes tandem cargados a 32 000 libras (14 515 Kg.).

Por la otra pista circularon, por una de las vías, dos tractores con semiremolques de ejes sencillos de 22 400 libras (10 160 Kg.), y, por la otra, dos vehículos análogos de ejes sencillos de 18 000 libras (8 164 kilogramos) (fig. 3.^a).

Los vehículos circularon dieciocho horas al día y seis días a la semana, desde noviembre de 1952 hasta mayo de 1954, con algunas interrupciones, hasta un total de 238 000 circulaciones.

El principal objeto de la prueba era determinar, si era posible, el espesor de pavimento flexible necesario para soportar estas intensidades de tráfico durante años en condiciones análogas a los de esta zona.

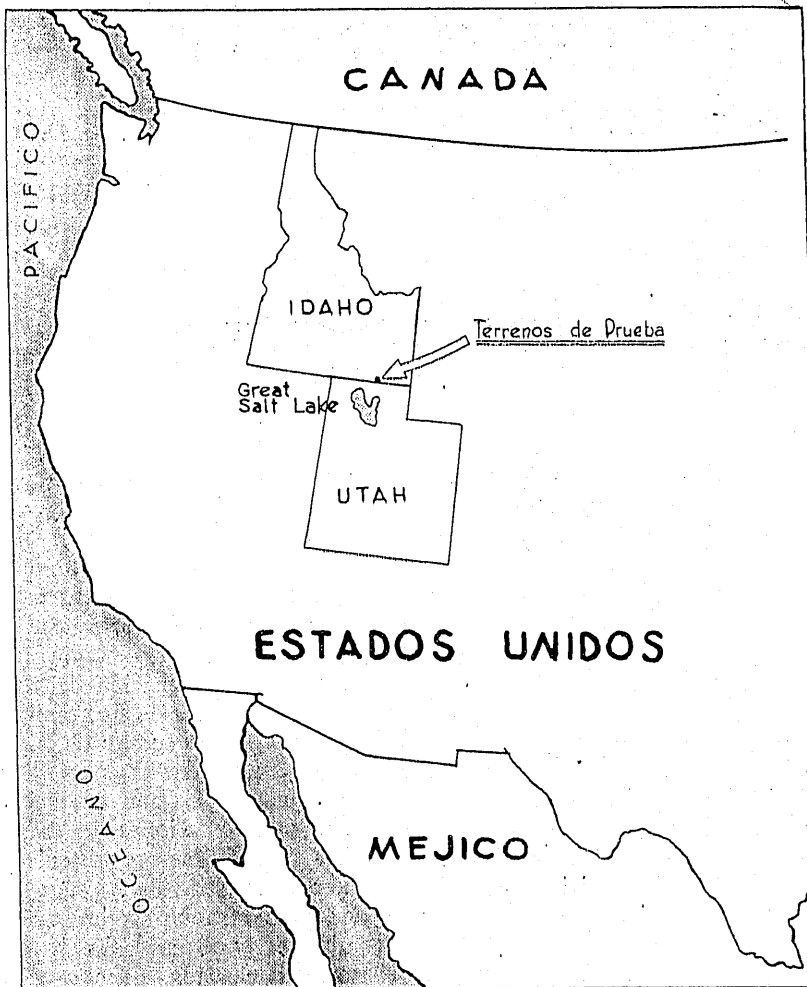


Figura 1.^a

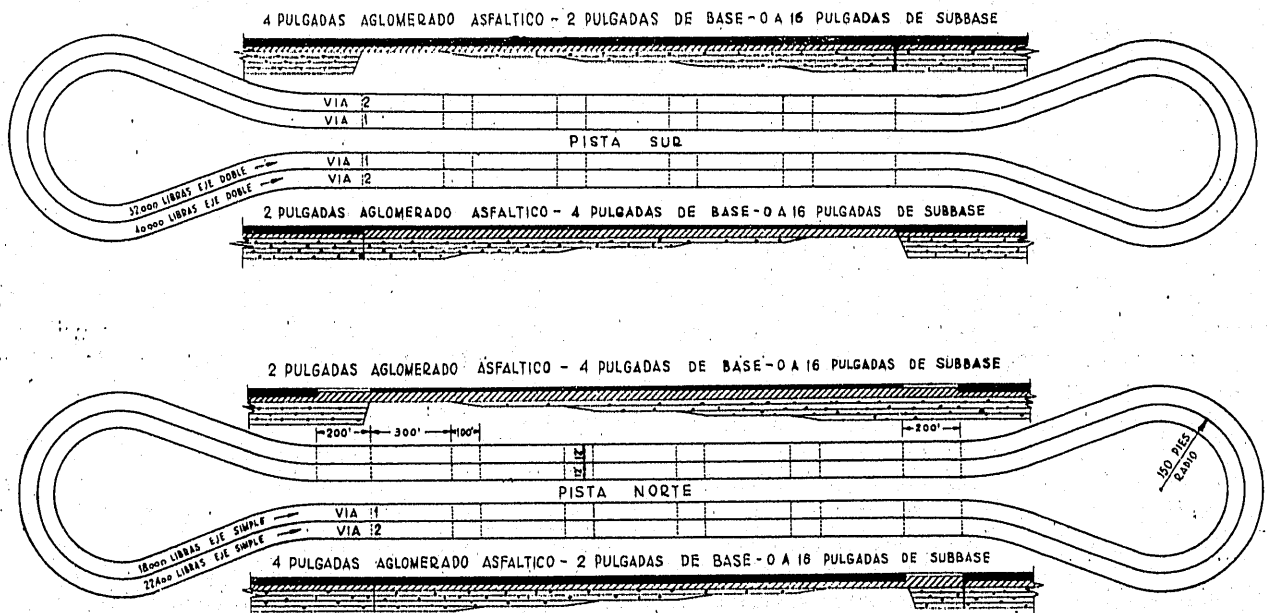


Figura 2.^a

Para lograr datos, suficientes para resolver este problema, se hicieron gran número de observaciones y medidas, para muchas de las cuales se proyectaron y construyeron instrumentos medidores especiales. Así se midieron las deformaciones del pavimento bajo las cargas, los movimientos del material granular de base, la humedad y temperatura bajo la superficie del camino, etc.

II. Consecuencias generales deducidas del ensayo.

A continuación damos un resumen de las consecuencias más importantes deducidas del ensayo. Las demás consecuencias son de menor interés en cuanto a los fines de este artículo se refiere.

1. Del comportamiento de las pistas de ensayo, bajo el tráfico, se dedujo que el espesor mínimo de la estructura del pavimento, necesario para resistir las 238 000 circulaciones con dos pulgadas de aglomerado asfáltico, era de 16, 19, 17 y 20 pulgadas en el borde exterior de la calzada para ejes simples de 18 000 y 22 400 libras y ejes dobles de 32 000 y 40 000 libras respectivamente. En el borde interior de la calzada fueron suficientes firmes de 14 pulgadas. Los valores correspondientes con pavimento de 4 pulgadas de aglomerado asfáltico fueron, para el borde exterior de la calzada, 10 pulgadas para las tres primeras cargas y 14 pulgadas para el eje doble cargado con 40 000 libras. En el borde interior de la calzada bastaron 6 pulgadas para los dos ejes simples y 10 pulgadas para los dos ejes dobles.

La figura 4.^a da un resumen gráfico de estos resultados.

2. El comportamiento del pavimento con 4 pulgadas de aglomerado asfáltico fué muy superior al del pavimento de igual espesor con 2 pulgadas de aglomerado (fig. 5.^a).

3. Las averías fueron mucho mayores en el borde exterior de la calzada que en el interior. La aplicación de una capa de aglomerado asfáltico sobre los paseos fué muy eficaz en la corrección de este defecto, sugiriendo que con ello se equiparan el borde exterior y el interior de la calzada. La figura 6.^a compara gráficamente el resultado de los bordes exterior e interior de la calzada bajo eje doble de 40 000 libras.

III. Aplicación a las carreteras españolas de los resultados del Washo Road Test.

Cuanto hasta aquí hemos dicho es solamente un resumen de la descripción del Washo Road Test, y las consecuencias de él deducidas que pueden encontrarse en la literatura técnica.

Intentaremos a continuación analizar en qué medida pueden aplicarse las consecuencias deducidas de

este ensayo, realizado en los Estados Unidos, a las diversas condiciones de terreno y clima que se presentan en España.

Naturalmente, las diferencias son muchas y de diverso signo, lo que hace peligroso el intentar sentar afirmaciones con carácter absoluto. Cuanto digamos

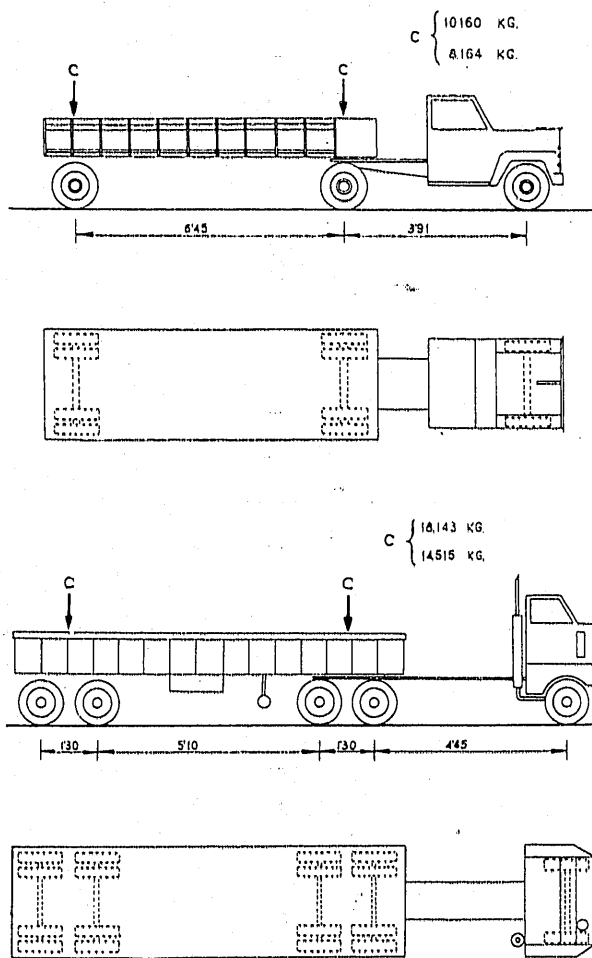


Figura 3.^a

serán solamente deducciones de tipo general que probablemente requerirán un estudio más afinado para cada caso particular.

1.º *Técnica constructiva y cimiento.* — Las pistas de ensayo del Washo Road Test se construyeron sobre un limo de tipo A-4; su límite líquido es 35 y su índice de plasticidad 10 (los valores máximos que definen el límite del tipo A-4 son, respectivamente, 40 y 10). Se trata de un terreno que admite compactación, pero muy sensible a la humedad. Absorbe agua rápidamente hasta perder la estabilidad y es particularmente vulnerable a las heladas.

Así, pues, el terreno elegido para la prueba no es mejor que la mayoría de los cimientos españoles de carreteras; puede muy bien considerarse como un

tipo medio de los que se pueden presentar en nuestro país.

El firme de las pistas de ensayo se componía de una subbase y una base de tipo granular compacto.

tipo granular. En gran parte de nuestras carreteras, los firmes de macadam existentes han llegado ya, por un proceso de atrición, a alcanzar una granulometría suficientemente cerrada para ser comparables

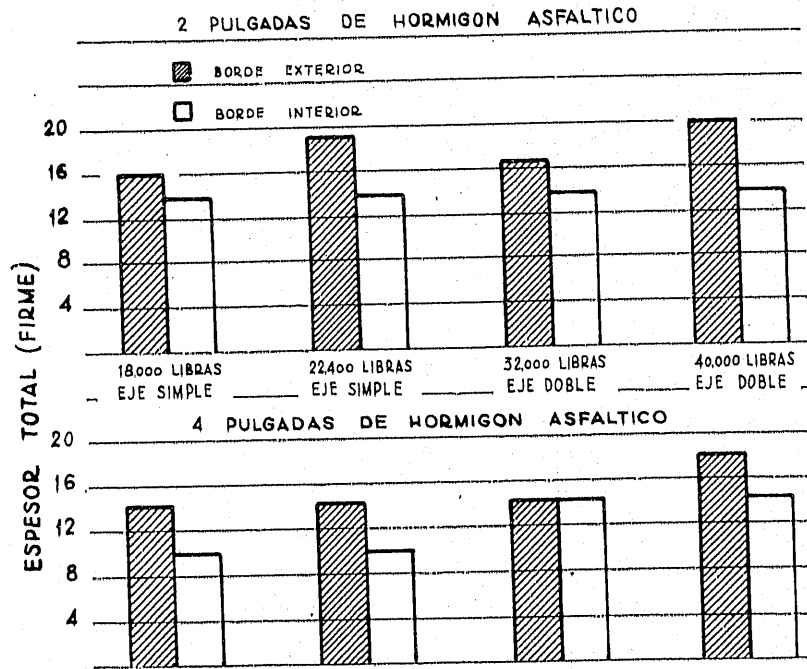


Figura 4.ª

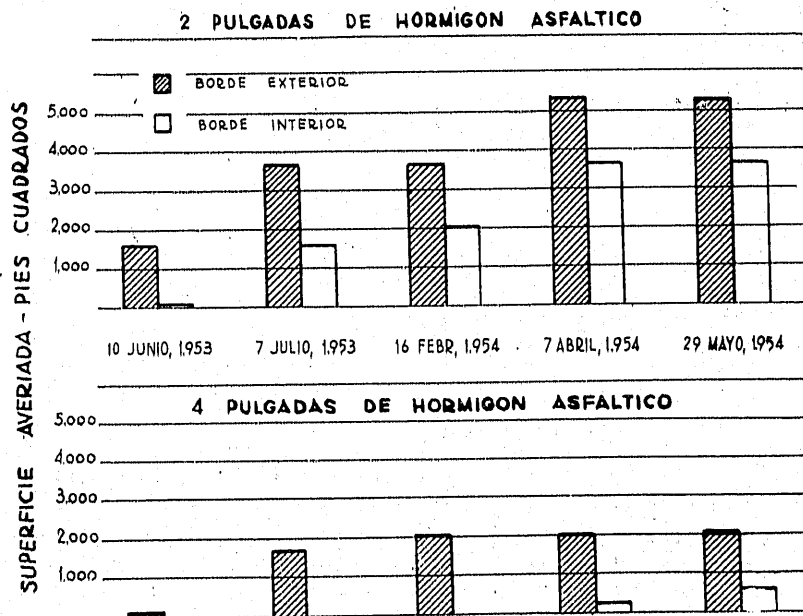


Figura 5.ª

Nuestras carreteras tienen, en general, firme de macadam con recebo frecuentemente arcilloso. Este tipo de firme es más sensible a la humedad que el de

en cuanto a compacidad con las bases granulares sobre las cuales se realizó el ensayo Washo.

2.º Condiciones climatológicas. — Como hemos

visto en la descripción del ensayo, la precipitación anual media en el lugar de la prueba es de 381 mm.

El cuadro adjunto da las precipitaciones de las distintas regiones españolas en un año normal, que, como puede verse, superan en general a las de la región en que se desarrolló el ensayo.

en verano son altísimas, y en invierno la penetración del hielo bajo la superficie del terreno es de 50 cm. (véase figura 7.ª).

Del estudio del cuadro de precipitaciones españolas se deduce que la zona del ensayo es mucho más seca que cualquiera de nuestras regiones. En cambio,

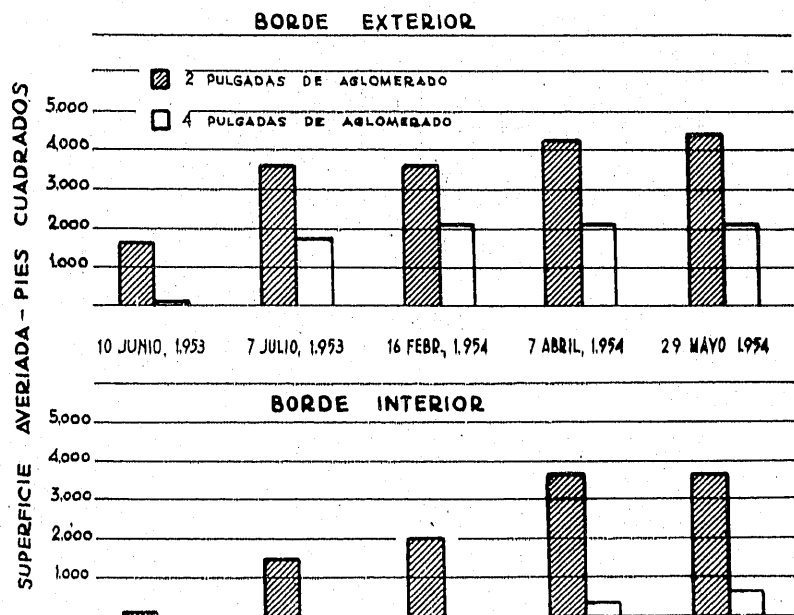


Figura 6.ª

Cuadro de precipitaciones españolas por regiones y estaciones (mm.).

	Diciembre, Enero y Febrero	Marzo, Abril y Mayo	Junio, Julio y Agosto	Septiembre, Octubre y Noviembre
N O.	369	350	107	188
Cantábrico. . .	348	305	184	370
Duero	115	181	54	37
Central.	181	265	91	98
Extremadura. .	201	193	52	73
Alto Ebro. . . .	281	179	20	106
Cataluña. . . .	88	229	116	220
Levante.	107	90	43	564
S E.	95	85	5	176
Guadalquivir. .	194	296	3	75
Costa Sur . . .	104	130	32	244
Baleares	120	41	8	253
Canarias	221	137	—	63

En cuanto a temperaturas, la zona del ensayo se caracteriza por su clima extremado. Las temperaturas

el clima es muy extremado y los efectos de las heladas son más de temer que en nuestras carreteras.

De cuanto antecede se deduce que las conclusiones del Washo Road Test son aplicables, dentro de ciertos límites, a las condiciones españolas. La diferencia más importante es, sin duda, que el clima de la región de ensayo es mucho más seco que el español.

Veamos qué consecuencias prácticas pueden deducirse de esta aplicación.

De los muchos males que aquejan a las carreteras españolas, el más grave, sin duda, es el de la insuficiencia de su firme para resistir las cargas actuales. El mal estado de los pavimentos es un hecho debido en la mayor parte de los casos precisamente a la insuficiencia del firme, siendo relativamente fácil y poco costosa la reparación de aquéllos, que puede ejecutarse casi siempre sin necesidad de interrumpir el tráfico, sino sólo de restringirlo en cierta medida. Pero cuando es el mal estado del firme el causante de la avería del pavimento, las reparaciones de éste son forzosamente de poca duración. El conservar la superficie del camino en buen estado a base de reparaciones del pavimento es un proceso ruinoso porque las reparaciones han de sucederse casi constantemente.

Hay que buscar entonces un procedimiento eficaz que permita detener este proceso, aunque para ello

sea preciso enfrentarse con una inversión inicial de mayor importancia.

La solución perfecta es obvia: comprobada la in-

inconvenientes que, en orden de gravedad decreciente, son:

1.º Que es extremadamente costosa.

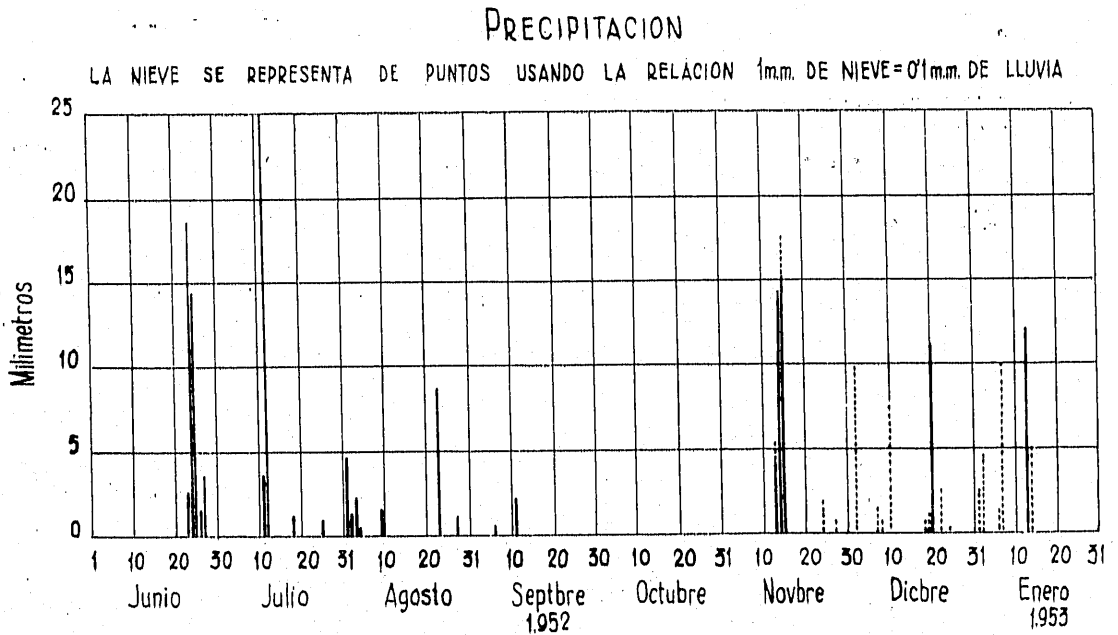
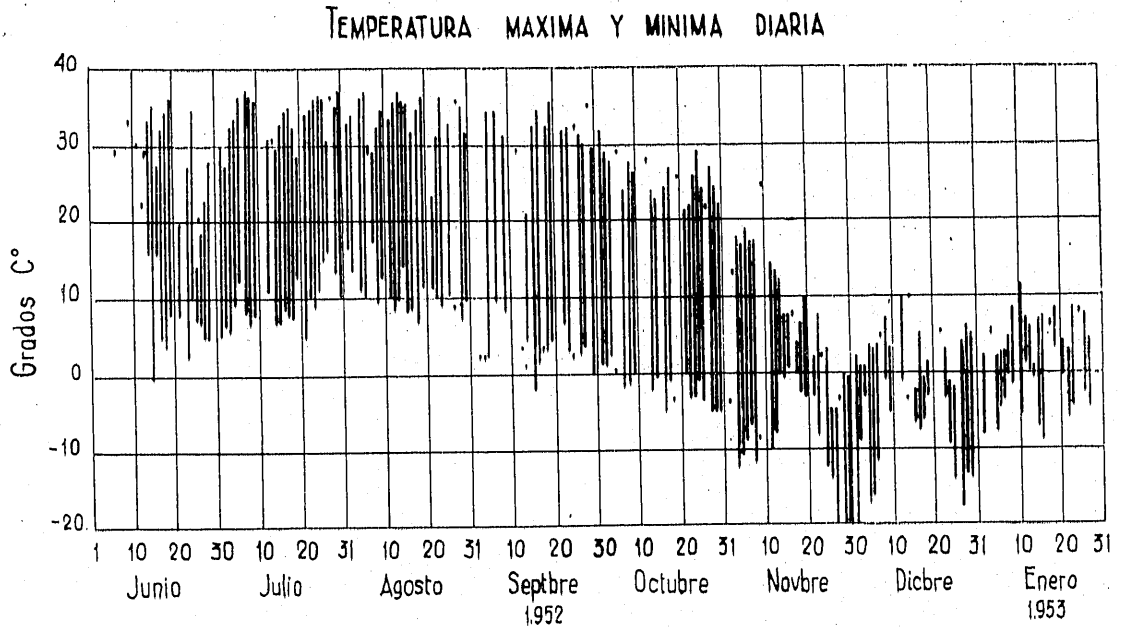


Figura 7.ª

suficiencia del firme, habrá que proceder a un recargo de la magnitud necesaria que, una vez terminado, se recubrirá con un nuevo pavimento.

Esta solución, técnicamente perfecta, presenta dos

2.º Que su realización exige una desviación o restricción del tráfico que sólo puede lograrse a costa de grandes molestias para los usuarios de la carretera.

Estos inconvenientes, especialmente el primero de ellos, hacen que en el estado actual de nuestra economía, que no permite dar a las inversiones para carreteras la magnitud que sería necesaria, sea imposible realizar la reparación total de nuestras carreteras por el procedimiento indicado, si no es a un ritmo muy lento.

Por lo tanto, hay que estudiar un medio más económico y de más fácil aplicación que permita reforzar nuestras carreteras dejándolas en condiciones aceptables.

En este aspecto vienen a nuestra ayuda las conclusiones del Washo Road Test. En efecto, en la figura 4.^a se deduce que duplicar el espesor de aglomerado sobre una calzada equivale a multiplicar el espesor total del firme por 1,66 como media.

Del gráfico de la figura 5.^a se deduce que la mejora del comportamiento del firme al duplicar el espesor del aglomerado asfáltico es aproximadamente del mismo orden. La superficie averiada en el pavimento de 4 pulgadas de espesor es aproximadamente

$\frac{1}{1,66}$ veces la del pavimento de 2 pulgadas.

De todo ello se deduce que duplicar el espesor de aglomerado bastaría en muchas de nuestras carreteras para hacerlas capaces de resistir el tráfico actual.

Una buena protección adicional sería recubrir de aglomerado del mismo espesor los paseos, al menos parcialmente.

Claro está que la finalidad de este último recubrimiento es evitar las cargas del tráfico en el borde de la capa de aglomerado, lo que plantea el problema de evitar que los vehículos empleen también como calzada esta anchura adicional, haciendo inoperantes las medidas tomadas a aquellos efectos. Quizás pudiese resolverse este problema con un acabado de la superficie de este aglomerado que hiciese molesta la rodadura de los vehículos sobre ella.

En cuanto a costo, esta solución (aumentar el espesor del aglomerado) sería equivalente a rehacer el

pavimento asfáltico existente, y mucho más barata que escarificarlo, recargar el firme y construir un nuevo pavimento.

El ensayo no ha comparado el resultado de un firme pavimentado con aglomerado asfáltico con el de otro protegido simplemente con un riego, pero es evidente que la mejora obtenida con la ejecución de una capa de aglomerado es de mayor importancia sobre un riego que sobre otra capa de aglomerado.

Los resultados del Washo Road Test han sido muy discutidos desde su obtención y aún continúan siéndolo. Por consiguiente, ni a ellos ni a la aplicación a nuestras carreteras, que hemos intentado estudiar, se les puede dar un valor absoluto. Son sólo orientaciones que quizá puedan conducir a una solución fructífera.

Actualmente se realiza en los Estados Unidos un nuevo ensayo, el Aasho Road Test (AASHO = American Association State Highway Officials). Los vehículos de prueba han empezado a rodar por las pistas el pasado mes de septiembre y lo harán durante dos años.

Este ensayo utiliza como punto de partida las orientaciones del Washo Road Test y seguramente permitirá revisar con más datos sus resultados, eliminando los errores de interpretación, y elevar a definitivas algunas de sus conclusiones.

Bibliografía

- "The Washo Road Test". W. N. Carey Jr. 1954. Proceedings of the Asociación of Asphalt Paving Technologists.
- "Major findings of the Washo Road Test". Fred Burggraf. 1956. Proceedings of the Association of Asphalt Paving Technologists.
- "The Washo Road Test". Special reports 18 y 22. Highway Research Board.