

# REVESTIMIENTOS DE CARRETERAS HORMIGON DE CEMENTO

Por MARCELINO AHIJÓN, Ingeniero de Caminos.

*Hace el autor una breve reseña de las principales aplicaciones que de este revestimiento se han hecho en nuestras carreteras, y se refiere a la labor de la Comisión de Revestimientos de Hormigón, ofreciendo dar cuenta, en un próximo artículo, de las conclusiones provisionales a que se ha llegado en tan interesante tema.*

En el número 2736 de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, correspondiente a abril de 1943, hicimos una breve exposición relacionada con las aplicaciones del hormigón de cemento a revestimientos de vías públicas, más especialmente a carreteras, y señalamos propósitos de extender esta clase de revestimientos a tramos de éstas cuya circulación y clase de tráfico así lo determinara.

Cuatro años pasados desde aquel artículo, durante los cuales se han llevado a cabo, en la red de carreteras españolas, obras de esta naturaleza, aun cuando circunstancias que no son del caso exponer no han permitido establecer los revestimientos en más amplia escala, nos llevan a hacer una referencia, casi objetiva, de los resultados obtenidos, si bien limitada al proceso de ejecución y primera etapa de su apertura al tránsito.

Pese al largo período transcurrido desde las primeras aplicaciones del hormigón a revestimientos de vías públicas, cuya iniciación correspondió a los Estados Unidos de América del Norte, en cierta escala, en la primera quincena del siglo actual, la conveniencia y eficacia de los mismos sigue debatiéndose, como consecuencia del desigual resultado obtenido, y aun cuando la técnica y maquinaria aplicadas han progresado considerablemente, sigue siendo para no pequeña parte de ingenieros y constructores un interrogante para el cual no encuentran la adecuada respuesta absolutamente convincente.

La aplicación de la vibración mecánica a la compresión del hormigón ha sido en estos últimos años un gran paso, en lo que se refiere al establecimiento de esta clase de afirmados. Ella ha permitido poner en obra hormigones de reducida proporción de agua a cemento, cuya compresión con los medios antes empleados, incluso el apisonado mecánico, se hacía de manera imperfecta, por lo que se obtenían hormigones de gran porosidad y, por consiguiente, de limitada compacidad y resistencia, que se agravaba por las circunstancias y condiciones de la puesta en obra del material y subsiguiente proceso de vida.

El desarrollo de la vibración mecánica ha sido rápido; la superficial con el empleo de maquinaria

diversa, más o menos compleja, fué la primera etapa y la más extensa que condujo a resultados francamente positivos; con ella se consiguió alcanzar profundidades en las losas, progresivas, hasta 10 cm., que teniendo en cuenta el espesor medio de las mismas, 15 a 18 cm., se estimaron altamente satisfactorios. La pervibración o vibración interna, segunda etapa del proceso, pretendía alcanzar con los efectos de la vibración a toda la masa, trabajo mecánico no exento de dificultades, teniendo en cuenta los reducidos espesores del hormigón puesto en obra, lo que dió motivo al empleo de maquinaria ya más compleja, cuya variedad de dispositivos puede hacer deducir lo indeterminado del proceso. Por último, se han estudiado y ensayado las aplicaciones de la vibración previa, completada con la superficial al ser puesto en obra el hormigón; los mecanismos a que ha dado lugar esta etapa del empleo de la vibración al hormigón, en revestimientos de vías públicas, si bien no tan complejos como los de la vibración interna, tienen una mayor complicación. El factor mecánico, si bien más preponderante en estos dos últimos procedimientos, exigen una mejor y más atenta dirección de la mano de obra.

No es nuestro propósito analizar la técnica de la vibración; como antes se ha dicho, sino la exposición de sus aplicaciones a revestimientos de hormigón en carreteras, en nuestro país; quien sienta curiosidad o deseo de ampliar sus conocimientos, aparte de otras publicaciones extranjeras, le remitimos al libro próximo a publicarse, de nuestro compañero Gabriel Barceló, *Hormigón vibrado*.

\*\*\*

En las aplicaciones del hormigón a revestimientos de vías públicas en España, hay que distinguir dos etapas: anterior y posterior al empleo de la vibración. La primera, aparte limitadas extensiones en zonas urbanas, fueron llevadas a cabo durante el período de actuación del Circuito Nacional de Firmes Especiales, y de ellas son ejemplo, entre otras de menor cuantía, las efectuadas en la carretera de Madrid a Francia, por La Junquera, kilómetros 450 al 454,888 y

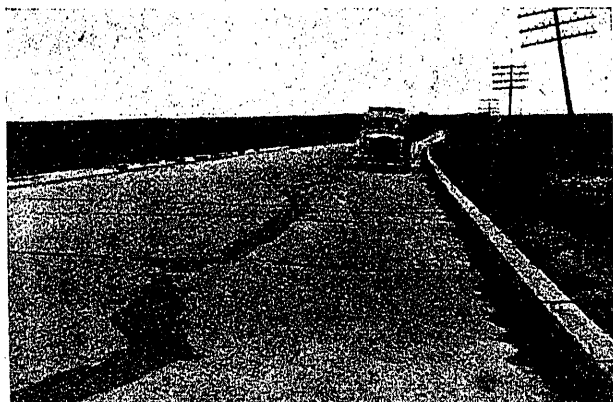


Fig. 1.ª — Carretera Nacional de Madrid a Francia por Barcelona. Tramo 450 al 454,888. Hm. 451,400.

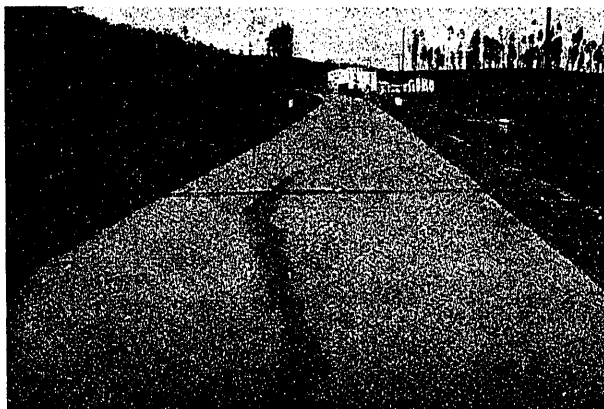


Fig. 4.ª — Carretera de Gijón a Sevilla.



Fig. 2.ª — Carretera Nacional de Madrid a Francia por Barcelona. Tramo 454,888 al 464,365. Hm. 455,100.



Fig. 5.ª — Rentería (San Sebastián). Hormigón vibrado.

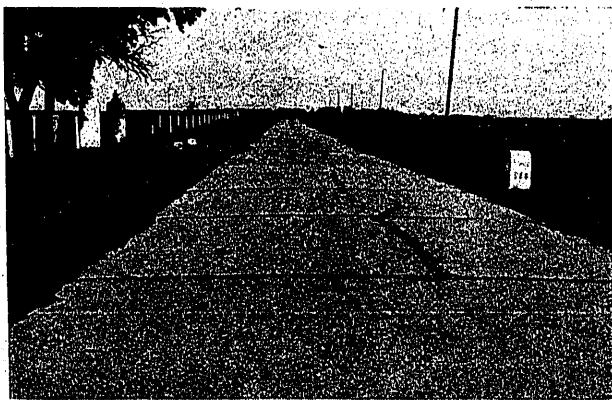


Fig. 3.ª — Carretera de Madrid a Cádiz.



Figura 6.ª



Figura 7.ª

454,888 al 464,365, obras recibidas en octubre de 1929 y agosto de 1934, cuyas fotos de su estado actual ilustran estas páginas (figs. 1.ª y 2.ª).

De igual período son los revestimientos de hormigón en las carreteras de Madrid a Cádiz, kilómetros 570 al 580, y de Gijón a Sevilla, kilómetros 530 al 534, cuyo estado actual se aprecia por las fotografías adjuntas (figs. 3.ª y 4.ª).

Las épocas de ejecución de estas obras corresponden a los años 1929 y '27, respectivamente.

Como obras de revestimientos de hormigón, con aplicación de la vibración superficial, recientemente terminados y cuyas fotos de su estado actual acompañan a estas páginas, citamos los de los tramos siguientes de carreteras:

San Sebastián a Irún, kilómetros 8 al 12 (fig. 5.ª).

Santander a Oviedo, kilómetros 22 al 25, y Santillana a Requejada, 5 y 6 (fig. 6.ª).

Barcelona a Ribas, kilómetros 58 y 59 (fig. 7.ª).

Lérida a Huesca, kilómetros 21 y 22 (fig. 8.ª).

Diferencias en cierto modo fundamentales cabe señalar en el proceso de establecimiento de los tramos hormigonados en una y otra etapa, cuyo detalle haría extensamente innecesario esta pretendida breve exposición. Nos limitamos, pues, a reseñar un sucinto programa del proceso de la segunda etapa.

#### Dosificación:

|              |                                        |
|--------------|----------------------------------------|
| Piedra ..... | 1 100 litros, término medio (teórico). |
| Arena.....   | 350 a 400 litros.                      |
| Cemento..... | 375 Kg.                                |

Relación agua-cemento, 0,38 a 0,45.

La piedra dura machacada, entre tamaños de 4 y 6 cm. Pórfidos, microgranitos o calizas duras, de

forma paralelepédica, desechándose lascas o flechas.

Arena artificial o de cantera, bien limpia, de grano grueso.

*Fabricación del hormigón.* — En hormigonera de capacidad apropiada en relación con el desarrollo del trabajo y con la finalidad de evitar las falsas juntas producidas por las interrupciones de los amasados.

El tiempo de cada mezcla, no inferior a dos minutos.

El vertido del hormigón, sobre chapa y desde poca altura para que no se desintegre la mezcla. La carga para su transporte a obra y el vertido, con el máximo cuidado para los mismos efectos.

*Puesta en obra del hormigón.* — En teoría, el hormigón no debe sufrir arrastres una vez puesto en obra, de modo que la distribución se vigile atentamente para el logro de este designio.

*Vibración.* — Vibradores de superficie: Planos o reglas vibradoras de alta frecuencia, bien neumáticos o eléctricos, y en su caso, mecanismos acabadores.

*Cura del hormigón.* — Balsas de agua o tongadas de tierra regada frecuentemente.

De algunos de estos revestimientos se han obtenido probetas de forma cúbica o paralelepédica, que se han ensayado a la compresión y a la tracción por sollicitación a la flexión.

\* \* \*

Previamente al establecimiento de estos revestimientos, se hicieron estudios de acuerdo con el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Escuela de Caminos, obteniéndose un buen número de probetas,

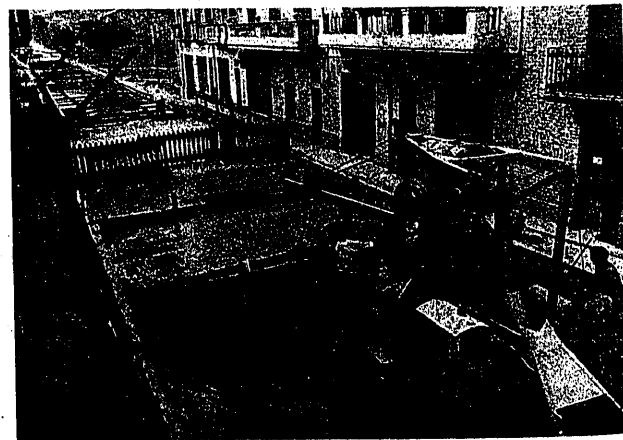


Figura 8.ª

para cuya formación se variaron ligeramente dosificaciones, con la finalidad de obtener las más óptimas y prácticas. De estas probetas se obtuvieron, a su vez, muestras que se ensayaron a la compresión y tracción por flexión. De una de estas muestras se acompaña la foto correspondiente, que puede dar idea de la compacidad a base de áridos acusada en la superficie (figura 9.<sup>a</sup>).

Con los antecedentes obtenidos se estableció un tramo en la carretera de Madrid a Getafe, por Villaverde, kilómetro 8, tramo con fuerte pendiente y por el que discurre un tráfico intenso, especialmente de llanta metálica, por lo general de mínimo ancho, y camiones de gran carga.

El revestimiento se construyó en el verano de 1944, con tiempo de fuerte calor, que obligaba, en el

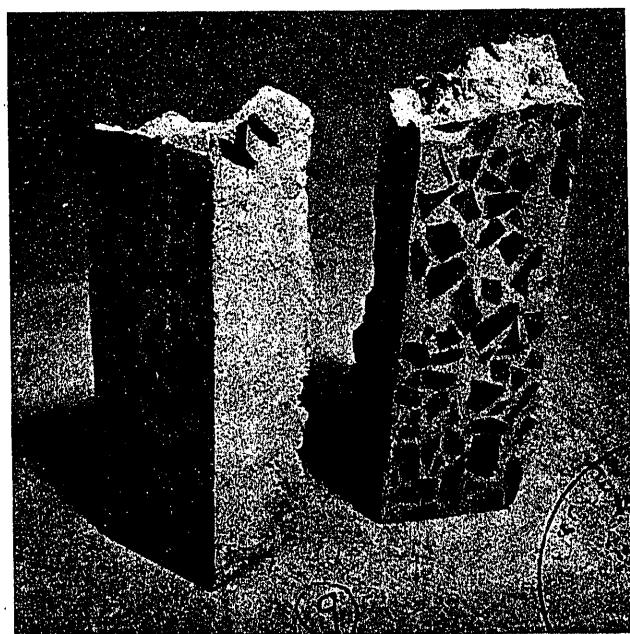


Figura 9.<sup>a</sup>



Figura 10.

curso del día, a variar la relación de agua-cemento, establecida en límites mínimos.

De la consistencia del hormigón da idea la fotografía adjunta (fig. 10).

El diseño principal de este tramo experimental era, aparte obtener las enseñanzas necesarias para los futuros establecimientos, observar cómo sufría el tránsito intenso y cargado de llanta metálica. Hoy, al cabo de tres años casi de su establecimiento, no acusa ni la más ligera fisura, y sí sólo leves degradaciones en las juntas, en cuya ejecución no se adoptó disposición especial.

El profesor López Bosch, en su conferencia en la Asociación de Ingenieros, disertó, con su habitual conocimiento de técnico y constructor de estos ensayos. A aquella disertación nos atenemos para otros extremos, por no hacer extenso este artículo.

La Comisión de Revestimientos de Hormigón ensaya actualmente, en tramo más amplio de carretera, variaciones en el establecimiento de afirmados de hormigón, con vistas a un programa técnico sobre base económica.

De una serie de conclusiones provisionales quisiéramos dar cuenta en un próximo artículo.