

REVESTIMIENTO DE VIAS PUBLICAS: HORMIGONES DE CEMENTO

Por MARCELINO AHIJÓN GODÍN, Ingeniero de Caminos.

En el presente artículo se da cuenta detallada de la labor desarrollada en el Congreso de La Haya, en 1938, sobre el tema que se está estudiando, y anuncia al final la terminación del trabajo en su próximo artículo, que resumirá el estado actual de esta técnica y las posibilidades de su establecimiento en nuestro país en una escala racional.

IV

En el año 1938 se reúne en La Haya el VIII Congreso Internacional de la Carretera. Cuatro años pasados desde el de Munich, aportaron a la reunión de La Haya una considerable referencia técnica y experimental obtenida siguiendo las directrices del de Munich, en lo referente a revestimientos de vías públicas a base de hormigón de cemento.

El análisis, estudio y discusión de los progresos realizados en esta clase de revestimientos, en diferentes países, después del impulso obrado en aquéllos, en los dos períodos siguientes al Congreso de Washington (1930) y Munich (1934), dentro del ambiente tradicional de serenidad y objetivismo de la capital de Holanda, en fuerte contraste con el desbordante y multiforme de la acción americana, enmarcado en el de Washington, y del complejo y estudiado sistematismo alemán, subrayado en el de Munich, podía constituir un proceso de particular interés.

La atmósfera internacional en el mes de junio de 1938, fecha de la celebración del Congreso, acusaba inquietud creciente, hallándose infectada del virus de guerra que produjo al poco tiempo la segunda catástrofe belicosa del siglo.

Bajo esta amenaza, al abrirse el Congreso en lugar de paz y colaboración internacional, en lugar como La Haya, donde se levantaba el monumental Palacio de la Paz, recuerdo y sombra del misticismo pacifista que animó el complejo espíritu del Zar Alejandro I, iniciador de la Santa Alianza, palacio erigido a expensas del rey americano del acero Andrés Carnegie, algunos párrafos del discurso del Inspector General de las carreteras alemanas, Todt, al comenzar el pasado de Munich, pudieron despertar un eco apaciguador en el espíritu de algunos congresistas. Eran aquellos en los que se refería a los trabajos de consolidación de paz que representan el desarrollo y perfeccionamiento de una red vial.

"... En fin, la historia nos enseña que las carreteras son una obra de paz, aun cuando en principio fueran construidas con otros fines. (La vocación pacífica de una carretera acaba siempre por imponerse a otras posibilidades de su uso). Cuanto más los países

apliquen los recursos de que disponen a la construcción y perfeccionamiento de las carreteras, más la industria y la mano de obra podrán ser empleados en trabajos pacíficos de esta naturaleza, y consecuentemente, cuanto más numerosos sean los sectores de la vida económica de una nación que vivan de este trabajo, más grande será la aversión, en la misma, hacia toda tentativa dirigida a interrumpir su actividad pacífica, y más se fortalecerá en el país la voluntad de proseguir y dar cima a los trabajos en el curso de un largo período de paz.

"Yo estoy persuadido de que los pueblos europeos podrán proseguir pacíficamente la ejecución de sus programas de construcción y perfeccionamiento de su red vial, que están calculados para una decena de años. Yo estoy igualmente persuadido de que líneas de autoestradas internacionales serán creadas, como se creó en el pasado las líneas internacionales de caminos de hierro. Yo me sentiría feliz si este Congreso Internacional de la Carretera pudiera ser, para todos, el punto de partida de una nueva actividad para establecer comunicaciones internacionales por medio de autoestradas."

Esta maravillosa y utópica perspectiva del concierto y reacciones de la humana actividad iba a trocarse poco tiempo después del Congreso de La Haya en la trágica realidad de la más enconada de las guerras, pero quedaría puesto de manifiesto de manera rotunda y concluyente en el desarrollo y vicisitudes altamente complejas de la mecanización de la guerra, la decisiva influencia de la extensión y medida de la red vial, y sus condiciones de establecimiento para admitir o tolerar el transporte de la máquina de guerra, siempre anormal, y hasta excepcional, con lo que se conseguía, por el país mejor preparado, adelantar la acción y alejar, en principio, de su suelo la fatal devastación de todo campo de batalla.

* * *

En el orden de examen de cuestiones sometidas a la deliberación del Congreso de La Haya, figuraba en primer término — como en anteriores Congresos —, el progreso obtenido desde el último (Munich), en el empleo del cemento en los revestimientos de vías públicas.

La experiencia holandesa en esta cuestión era digna de atención y estudio. Holanda, provista de una extensa red de canales navegables por la que se desarrollaba tradicionalmente y con amplitud el transporte de viajeros y mercancías, no había sentido tan intensamente el problema de su acrecentamiento como otras naciones menos ricas en vías navegables, hasta que el factor velocidad, asociado al de economía de tiempo, apareció como preponderante en el proceso operado en aquél por el vehículo automóvil con llanta de goma, que provocó una revolución y transformación en el transporte, cuya extensión aun no puede calcularse.

Ante la nueva situación creada, Holanda procedió, a partir de 1920, al mejoramiento de su red vial, continuada sin interrupción y de manera progresiva, y en la cuarta década del siglo emprende el establecimiento de carreteras de características apropiadas a una rápida circulación; trabajos desarrollados metódicamente, lo que no excluyó la construcción de obras de gran importancia, pero siempre en relación con las exigencias del transporte y sin violentar la economía nacional.

Buen número de nuevas carreteras, así como pistas para bicicletas, fueron dotadas de revestimientos de hormigón de cemento cuando las condiciones del subsuelo no eran, en alto grado desfavorables, circunstancia muy a tener en cuenta en zonas muy extensas del país que determinaban problemas de estabilización de la base del revestimiento resueltos tras meditado estudio.

El número de kilómetros establecidos con revestimiento de hormigón en aquella fecha, se aproximaba a los 400 en la totalidad de la red nacional. Sistemáticamente el espesor de las losas quedaba fijado en 18 cm., recocado en los bordes hasta 23, establecidas en dos capas: la inferior, de 12 cm., con hormigón de grava natural, y la superior, con piedra machacada, de primera calidad y espesor de 6 cm. El calibre de la piedra era, respectivamente, inferior a 46 mm. y 32 mm.

Las dosificaciones de cemento por metro cúbico de fábrica eran:

Para la capa superior.....	440 Kg.
Para la inferior	300 "
En pista para bicicletas (espesores de 10 cm.)	400 "

Las dimensiones de las losas quedaban fijadas en 3 m. por 15 a 20 m., armándolas parcial o totalmente; esto último cuando las condiciones del suelo de sustentación eran poco favorables.

La compresión del hormigón se llevaba a cabo por capas de 6 cm. de espesor, mediante mecanismos de apisonado accionados por aire comprimido, en variedad de formas. En la construcción reciente de una ca-

rretera se había empleado el sistema de vibración con frecuencia media (3 000 por minuto), habiendo podido comprobar que, utilizando la vibración "separadamente para la capa inferior y la superior, no daba buenos resultados", por lo que se procedía al vertido del hormigón de la capa superior sobre la inferior, sin compresión previa de ésta, vibrándose la totalidad del espesor. "Las comprobaciones hechas han atestiguado que procediendo de esta suerte se obtenía un hormigón bien comprimido y de elevada resistencia. Por comparación con otros hormigones comprimidos con pisonos neumáticos, quedaba patente que la resistencia del hormigón de la capa superior era *considerablemente* más elevada. Esto había conducido a reducir la dosificación de cemento en la capa superior a 400 Kg."

Como particularmente interesantes podían mencionarse los estudios y ensayos llevados a cabo sobre disposición y material de relleno de juntas, tanto transversales como longitudinales. Se establecía como conveniente una amplitud de junta transversal no superior a 13 mm.; el relleno de las mismas se había hecho:

a) Con materiales fibrosos fuertemente comprimidos que ocupaban hasta 5 cm. por bajo de la superficie del revestimiento, completándose el relleno del espacio libre con mezclas bituminosas.

b) Con placas o bandas de corcho, material que admite una fuerte compresión, antes de su puesta en obra, y posee una gran elasticidad y variación de volumen por absorción de humedad.

c) Con material metálico, con dispositivo especial de cámara de aire, anclado en el hormigón de las losas.

d) Con sistemas mixtos, mixturas de serrín de corcho y caucho y protección metálica.

El resultado de estos ensayos, con ser alentador, no había permitido obtener una junta completamente impermeable y duradera.

Las juntas longitudinales se establecían con arreglo al programa siguiente:

Ejecutado un semiancho o faja de revestimiento, se enlucía (dos manos) con un aceite asfáltico la cara vertical que había de situarse en contacto con la losa inmediata, y al ejecutar ésta se dejaba una junta de 4 cm. de profundidad y 8 mm. de ancha, que se rellenaba con una mezcla bituminosa y de rápido y alto endurecimiento, con lo que quedaba acusada en la superficie del revestimiento la zona de cada circulación.

Para hacer solidarias las losas, ante movimientos posibles del terreno de sustentación, tanto en las juntas transversales como en las longitudinales se colocaban, penetrando en cada dos losas contiguas, agujones o barras metálicas, con dispositivo que permitía el desplazamiento libre de las losas en las transversales. Los diámetros de estos agujones era de 16 mm. y 6 mm., respectivamente.

El uso del papel impermeable sobre el lecho o base de asiento de las losas, era preceptivo, con el fin de evitar pérdidas de mortero en el suelo y facilitar los movimientos de aquéllas.

En algunos revestimientos, pese a los trabajos de consolidación del suelo de sustentación, se habían producido asientos de las losas; para corregir estos defectos se había recurrido a varios procedimientos; bien se había pretendido el levantamiento de las mismas por medios mecánicos directos o mediante la penetración bajo las losas — por taladros practicados en las mismas — de mixturas diversas a fuerte presión.

Con el fin de obtener índices de rugosidad apropiados, en algunos casos, se habían empleado tratamientos superficiales de soluciones de ácido hipocloroso (1 por 1), con lo que se había conseguido elevar aquellos índices, de 0,3 a 0,43 y 0,5.

El estado de la técnica y experiencia holandesa, en lo que se refiere a revestimientos de hormigón, reflejada en la exposición anterior, permitió al Relator General, el Ingeniero T. H. van Wisselingh, con conocimiento de causa, el examen de las ponencias presentadas al Congreso de La Haya y obtener las conclusiones pertinentes. No obstante, su labor no estuvo exenta de dificultades.

De un lado, posiblemente por la *supuesta madurez* a que se había llegado en cada país en la técnica y experiencia sobre revestimientos de hormigón, y de otro, por cierto *belicismo técnico*, reflejo quizás del que llenaba el ambiente mundial, su tarea no fué fácil.

Hubo alguna conclusión, como la 5.^a, corregida varias veces y sometida por último a la aprobación del Congreso en la forma siguiente: "El empleo de clavijas o agujones (barras cortas de acero embutidas en el hormigón) ha acrecido, por este dispositivo, la reducción de desplazamiento relativo de las losas", que fué aprobada por 111 votos contra 83, demostración, por su relativa importancia, e imprecisión del concepto, de un ambiente de oposición de posiciones personales más que de criterio técnico. (Su aprobación por mayoría de votos recuerda la recaída en un Ayuntamiento, de cuyo nombre no podemos acordarnos, que nos refirió el inolvidable D. Casimiro Juanes, que, tras largo discutir y derivar la cuestión, determinó, por mayoría de votos, que la corriente eléctrica, continua o alterna, que daba luz a la población, era alterna.)

El concierto de criterios, reflejados en los informes de cada país, llevados al Congreso, determinó un grupo de conclusiones, por lo general más imprecisas que las de las reuniones anteriores. Destacamos de ellas las que, a nuestro juicio, aportan algún dato a tener en cuenta en el proceso de los revestimientos de hormigón que sumariamente llevamos a cabo. Tales son, resumidas, las:

2.^a En casi todos los países, la formación de fisuras ha disminuído como consecuencia de una mejor preparación del subsuelo, de una mejor composición y compresión del hormigón, así como de una disposición más adecuada de las juntas, y en su caso de las armaduras.

3.^a En la mayor parte de los países, desde 1934, se ha reducido la dosificación de cemento.

7.^a Los revestimientos de hormigón construídos desde 1934, y otros construídos anteriormente, se conservan en buen estado.

8.^a Se puede prever un empleo creciente de los revestimientos de hormigón.

9.^a Las aplicaciones de macadam-cemento se han reducido.

En relación con las conclusiones 2.^a y 3.^a, la discusión fué suficientemente animada para no intentar recogerla, siquiera sea de pasada. Los puntos interesantes sobre los que se concentró la discusión, fueron: la forma de los agregados, los métodos de compresión del hormigón, la reducción de las dosificaciones de cemento y la eficacia de las armaduras metálicas.

La delegación británica (Mayor Smith) indicaba la influencia de la graduación de los agregados (que no debe confundirse con su dosificación) en la calidad del hormigón, con la finalidad de obtener una máxima compacidad a base de aquéllos, y la dificultad de obtener esta graduación en obra sin previa selección. Las indicaciones sobre las características químicas de los mismos, su permanencia y sus relaciones con el cemento, habían sido puestas de manifiesto anteriormente.

La delegación francesa (M. Quenessen), mostrándose en principio de acuerdo con la información americana (E.E. U.U.) y belga, en relación con el empleo de la vibración, con el fin de reducir las dosificaciones de cemento y obtener la máxima compacidad, formulaba sus reservas "siempre que la vibración sea eficaz", añadiendo: Es preciso conseguir una gran regularidad y homogeneidad en la composición del hormigón, ya que la fabricación y transporte subsiguiente a obra no permiten disponer de un hormigón homogéneo, existiendo partes menos ricas en cemento y mortero. El apisonado, como señalaba el Prof. Bolomey, de Lausanne, violenta, fuerza la colocación ordenada de los elementos gruesos del hormigón; el mortero es frecuentemente expulsado de entre éstos, y esta ausencia se traduce en *fallos*, de resistencia a la tracción y flexión, aun cuando se obtenga un hormigón de fuerte resistencia a la compresión. En resumen, se aconseja una vibración progresiva del hormigón; por esta vibración, la cohesión entre los gruesos agregados se disminuye, el mortero envuelve más fácilmente estos agregados y homogeneiza el hormigón. Paralelamente, los elementos pétreos van fijando su posición ordenada, unos con

relación a otros. (Relación agua-cemento, 0,30 a 0,35.)

La delegación belga (M. Campus) insistía en la decisiva influencia de una máxima compresión en la obtención de un hormigón de alta resistencia al aplastamiento, y, lo que es más interesante, a la flexión, siendo éstas proporcionales a la compacidad del hormigón.

Las delegaciones británica y húngara (M. Hasz) acusaban la realidad de la disminución de dosificaciones de cemento (hasta 300 Kg./m.³), y la última delegación expresaba su disconformidad con la influencia de las armaduras metálicas en relación con la fisuración de los revestimientos de hormigón, señalando "que la ausencia de fisuras en un revestimiento de hormigón dependía de tres factores":

1.º Los trabajos de fundación deben ser ejecutados con gran cuidado, de acuerdo con los principios de la geotecnia.

2.º Es preciso preparar un hormigón de muy alta calidad.

3.º Es preciso establecer las juntas de manera metódica.

El Relator General, acogiendo con cautela estos avances de la técnica del hormigón empleado en revestimientos, se refería al empleo de las armaduras metálicas en estos términos: Cuando se trate de subsuelos inseguros, el empleo de armaduras metálicas será *siempre útil*.

* * *

La información americana (E.E. UU.) llevada al Congreso, era, por su carácter de copiosa experiencia, por su ausencia del Congreso de Munich, sin omitir la curiosidad por su particular *modo de hacer*, una referencia interesante de los progresos conseguidos en los revestimientos de hormigón en el país cuna de los mismos. Aun cuando en los *Anales de los Trabajos del Congreso de La Haya* figura con todo detalle y puede ser objeto de estudio por el lector curioso o interesado, hemos de hacer un sucinto resumen para nuestro objeto.

Suelos de fundación.—Una atención extraordinaria se otorgaba a la selección y compacidad del suelo, llegándose a sustituir materiales no convenientes por otros adecuados. El "Método Proctor" para determinar la proporción de agua óptima en relación con la compacidad del suelo, era usual, y las obras a ejecutar (saneamientos, correcciones o modificaciones de rasantes, etc.) se relacionaban con la obtención de cifras de compacidad ensayadas. El cilindro de pata de cabra era el equipo mecánico adoptado para la compresión del suelo.

Materiales.—Los agregados del hormigón habían sido objeto de mejoras progresivas, tanto en su calidad como en granulometría. Era práctica corriente

su acopio, separado por calibres, para combinarlos en el momento de su empleo, con lo que se aseguraba la eficacia de la acción del calibrado.

La fabricación de cemento según especificaciones precisas, conforme a las necesidades o exigencias varias, había progresado. La investigación de las razones del resultado incierto de determinados revestimientos había determinado ensayos a altas temperaturas de probetas de cemento. (En autoclave, sometidas durante tres horas al vapor de agua, a la temperatura de 216°. Magnesia y cal libre.)

Dosificaciones.—Las dosificaciones de cemento por metro cúbico de hormigón oscilaban entre 275 y 300 Kg. (La relación agua-cemento se cifraba en 0,65 a 0,75.)

Espesores.—Los espesores oscilaban, según la intensidad y clase de tráfico, de 18 a 23 cm., en los bordes, y 13,5 a 18, en el centro de las losas. La determinación del espesor apropiado, partiendo del problema mecánico de cargas, había sido estudiado por el Dr. Westergaard, que llegaba a su solución matemática, obteniendo una fórmula cuya aplicación adecuada quedaba supeditada a un acertado estudio de las constantes. Una fórmula empírica dirigida al mismo fin había sido obtenida por Mr. Frank T. Sheets.

Construcción.—La mecanización de toda serie de trabajos y maniobras que exigía la construcción de un revestimiento de hormigón, eliminando progresivamente al hombre como fuerza material o energía irreflexiva, continuaba a creciente ritmo. Todo el proceso del transporte, fabricación, extendido, compresión y curado del hormigón, había llegado a ser un sistema mecánico de carácter ordenadamente armónico, en que el estudio de una mejora de cualquier elemento se llevaba a cabo teniendo en cuenta la relación de conjunto, y aquéllos más en directa dependencia en el trabajo, antes de fabricación independiente, venían siendo agrupados en equipos mecánicos con mando, aunque más complejo, único, obteniéndose una elevación de rendimiento y economía en la mano de obra especializada.

Esta mecanización total del trabajo, habitual en los E.E. UU., sólo era posible, económicamente, ante un volumen de obra como era corriente en aquella nación, cuyas características de aparición y desarrollo en la vida del mundo constituyen algo al margen de su secular trayectoria.

Sólo como caso particular, dentro del sistema mecánico de construcción de revestimientos de hormigón, hemos de hacer referencia a los nuevos métodos de compresión del hormigón aplicando la vibración.

La información americana señalaba que los resultados obtenidos con la vibración ofrecían, en general, ventajas considerables sobre los procedimientos habi-

tuales, quedando demostrado que el hormigón que no se podía trabajar por estos métodos, aplicando la vibración se obtenía la plasticidad conveniente para emplear en labor de acabado aquellos métodos. Desde el punto de vista económico se reconocerán, sin duda alguna, las ventajas de la vibración, como consecuencia de la disminución de mortero y aumento de agregados gruesos; la reducción del coste por la economía subsiguiente de cemento se podía evaluar en el 10 al 15 por 100. El aumento de resistencia del hormigón, pese a esta reducción de cemento, se fijaba en el 10 por 100.

Los mecanismos de vibración usados habían demostrado, en secciones de trabajo, sus cualidades prácticas. Los principios de vibración superficial y de vibración interna se habían aplicado, aunque hasta la fecha de celebración del Congreso la primera había sido la más empleada. La frecuencia de la vibración, en la mayor parte de los casos, era de 3 000 golpes por minuto.

La primera etapa de aplicaciones de la vibración había puesto de manifiesto las amplias posibilidades del sistema, que en su progreso permitiría poner en obra hormigones cada vez más secos y con mayor porcentaje de agregados gruesos, obteniéndose compacidad creciente.

Sin embargo, para llegar a mejor fin, se estimaba preciso la renovación o mejora de gran parte de los elementos mecánicos de los equipos de vibración empleados.

Juntas. — El establecimiento de juntas transversales y longitudinales era usual. Las primeras, de una amplitud de 19 cm., se distanciaban de 12 a 30 metros, intercalándose juntas de contracción separadas de 3 a 9 m. Las longitudinales, constituyendo entre cada dos una circulación, se habían ampliado hasta 3,6 m. Diferentes tipos de juntas se venían empleando, especialmente metálicas o mixtas.

Las armaduras metálicas en las losas habían caído en desuso, empleándose sistemas de barras espaciadas metódicamente.

Era corriente el empleo de clavijas o agujones para reducir el desplazamiento relativo de las losas contiguas.

* * *

Aun a riesgo de fatigar la atención del lector, hemos de transcribir las conclusiones adicionales presentadas al Congreso por la delegación inglesa:

“1.ª El control eficiente de la construcción de revestimiento de hormigón, con la finalidad de que los ensayos de laboratorio tengan realidad en obra, exigirá un estudio atento que conduzca a fijar un procedimiento rápido para determinar en trabajo, un índice de cualidades del hormigón. (El ensayo sobre probetas de forma cilíndrica y cúbica era el ordinariamente empleado.)

2.ª Las mejoras registradas en los revestimientos de hormigón podrán progresar en gran escala cuando se formulen las conclusiones derivadas de los estudios sobre el modo de comportarse los subsuelos de fundación, sometidos a cargas, en condiciones de clima variable.

3.ª La fijación de especificaciones para el debido control de la fabricación del hormigón, basadas en las cualidades resistentes del material, en lugar de pesos y volúmenes de materiales, merecía ser objeto de estudio.

4.ª Los estudios relativos a los movimientos de las losas, asociados a la manera cómo pueden comportarse los subsuelos, pueden contribuir a favorecer los propósitos de eliminación de las juntas de dilatación, punto vulnerable de los revestimientos de hormigón.

5.ª El empleo de armaduras metálicas de refuerzo exigía un estudio más riguroso que el llevado a cabo hasta el momento.

6.ª Utilizando la vibración, se había obtenido un aumento evidente en la resistencia del hormigón, que merecía ser tenida en cuenta desde el punto de vista económico. El espesor de las losas y la dosificación de cemento podrían, en consecuencia, ser reducidas.”

A título informativo hemos de dar algunas cifras que reflejan ciertas características de los revestimientos de hormigón construídos en Inglaterra hasta 1938:

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	Porcentaje de revestimientos construídos en carreteras de gran circulación Por ciento
Espesor de las losas:	
Con 15 cm.	6,6
Con 17,5 cm.	1,63
Con 20 cm.	49,00
Con 22,5 cm.	28,00
Con 25 cm.	9,84
Con 30 cm.	3,30
Con 35 cm.	1,63
Revestimientos con armadura de refuerzo	83,5
Idem sin armadura.....	16,5
Idem construídos en capa única.....	51,0
Idem id. con dos capas.....	49,0
Idem id. con juntas de dilatación...	82,0
Idem id. sin juntas.....	18,0

La longitud de las carreteras establecidas en Inglaterra en 1938 (con revestimientos de hormigón), se elevaba a la cifra de 4 700 Km., ocupando el segundo lugar entre las naciones europeas, y corres-

pondiendo el primero a Alemania, con un total aproximado de 5 900 Km.

El número de kilómetros establecido en la misma fecha en Europa, con excepción de Rusia, se aproximaba a los 17 000 Km. La red de carreteras de los EE. UU. de América, provistas de revestimiento de hormigón, podía cifrarse en unos 160 000 Km. en aquella fecha.

* * *

Al cerrarse el VIII Congreso Internacional de la Carretera, de La Haya, en 1938, con el acuerdo de celebrar el próximo (dentro del período reglamentario) en Budapest, seguramente ni el más pesimista de sus asistentes pudiera prever la magnitud de la catástrofe guerrera que casi inmediatamente iba a estallar, asolando a Europa y parte de Asia, Africa y Oceanía, provocando una de las más espantosas crisis por que ha atravesado el mundo, y cuyas paorosas consecuencias sufrirá la Humanidad por largo tiempo.

¡Cuántas personalidades preeminentes que figuraron de manera permanente a través de los Congresos, desaparecieron en el período de la contienda o en la desoladora primera etapa de la postguerra! Y ¡qué trágicas circunstancias concurren en su desaparición!... De algunas tenemos referencias, que la más elemental piedad nos lleva a silenciar... Un recuerdo emocionado para todos, sea el postrer testimonio a sus afanes de colaboración y paz universal.

* * *

El conflicto armado, en el que entran una tras otra la mayor parte de las naciones del mundo, presenta, desde el primer momento, un carácter de aportación ineludible de la técnica en todas sus variaciones.

La guerra mecánica, llevada a los tres elementos: tierra, agua y aire, pone de manifiesto, en el orden de la construcción de sus bases de defensa y estacionamiento, maniobra y traslación, la necesidad de disponer de un material adecuado para la rápida y

compleja acción. Este material, por su flexibilidad, elevada resistencia y posibilidad de disponer en cada país de los elementos que lo integran, era el hormigón de cemento, en su caso armado.

La técnica de la construcción, al servicio indeclinable de la guerra total, estudió con nuevo ahinco el proceso de la constitución del hormigón y de su establecimiento; ensayó febrilmente los nuevos conocimientos, y, sin el reposo de los tiempos de paz, hizo aplicación de los mismos, aun contando con su resultado incierto. El desarrollo de las construcciones de guerra, a base de cemento, se acrecienta en volumen y multiplicidad de formas, e intermitentes e inconcretas llegan a los privilegiados lugares de paz noticias que sorprenden o confunden, de características de los elementos del hormigón, de la fabricación de éste, de su puesta en obra y de las cifras fabulosas de resistencias, bajo cargas de complejidad indescribable.

Al cesar la contienda se inicia la ordenación técnica del progreso obtenido en el material, en su variedad de formas constructivas; progreso que, en los casos de aplicación con resultado estimado definitivo, es llevado a especificaciones de carácter oficial, y en otros se extiende su conocimiento universal por libros o revistas, surgiendo una serie de adjetivos para calificar otra igual serie de hormigones, adjetivos cuya traducción a los diferentes idiomas no siempre es afortunada.

Por lo que se refiere a hormigones de aplicación a revestimientos de vías públicas, ¿a qué parte de los progresos obtenidos son aplicables?...

¿Cuál es el estado actual de la técnica en esta cuestión?

La extensión relativa de este artículo nos obliga, en gracia a sus posibles lectores, a dejar para uno próximo y último las referencias oportunas a estos progresos, al hacer el estudio, como fué nuestro propósito inicial, de las posibilidades de establecimiento en escala racional de revestimiento de hormigón en España, a la vista de la experiencia obtenida en recientes obras de esta clase, que mencionábamos en nuestro primer artículo.