

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

EL HORMIGÓN ARMADO

FÓRMULAS-RECETAS Y FÓRMULAS RACIONALES-EXPERIMENTADAS

POR

D. JUAN MANUEL DE ZAFRA

Profesor de Hormigón armado y de Puertos en la Escuela especial de Caminos, Canales y Puertos

Con el título «Sobre hormigón armado» publica la REVISTA una carta de M. Hennebique, contestación á mi artículo de 2 de Mayo, encabezado como el presente.

Los lectores excusarán, como yo, á M. Hennebique por ciertas expresiones, atendida su condición de extranjero, forzado á valerse de un traductor, poco versado en castellano y en la materia.

El tema «Fórmulas-recetas y fórmulas racionales-experimentadas» es puramente doctrinal, nada industrial ni mercantil. Ni una sola vez me he referido á obras *construidas* por la empresa Hennebique; siempre á piezas ú obras *calculadas* por las fórmulas de M. Hennebique.

Este señor se muestra lastimado mucho antes que en su amor propio de autor de dichas fórmulas, en su interés mercantil. Su primera protesta es para acusarme de «LANZAR EL DESCRÉDITO SOBRE MI SISTEMA DE HORMIGÓN ARMADO», para anunciar que va á «PERSEGUIR AL AUTOR DEL ARTÍCULO POR LOS PERJUICIOS QUE PUEDAN OCASIONARME LAS CRÍTICAS DE UN PROFESOR DE LA ESCUELA DE CAMINOS».

Y, en efecto, he recibido hace tiempo una citación, en virtud de demanda por daños y perjuicios, presentada por M. Hennebique al Tribunal del Sena, de París, incompetente para juzgarme.

M. Hennebique no se limita al tema doctrinal, único que yo he tratado, sino que lleva la cuestión al terreno comercial. Así como aprovecha la hospitalidad de la REVISTA para encomiar su sistema y sus obras, dice, juzgándome animado del mismo espíritu mercantil, que mi artículo estaba consagrado á hacer un panegírico, un *reclamo* de mi libro.

Sostener que éste obedece al criterio racional-experimental, al de tratar el hormigón armado lo más ingenierilmente posible, nunca por rutinas empíricas, constituye un verdadero *contra-reclamo*, ahuyenta á una gran parte

de los posibles compradores, que prefieren criterio menos riguroso y procedimientos más expeditos.

M. Hennebique me declara desconocedor de una de las materias de que soy Profesor. Mi conciencia me hace creer que sé lo necesario y suficiente para desempeñar mi cargo, que en lo relativo á Hormigón armado sólo me ha producido aumento de trabajo. Los juicios que mi libro ha merecido á personas y á revistas profesionales de reputación cotizada ingenierilmente más alto que la de la empresa Hennebique, juicios absolutamente ajenos á todo interés mercantil, no me envanecen, porque los juzgo excesivamente benévolos, pero sí me aseguran de que no me engaña mi conciencia.

Una discusión, generalmente inútil, lo sería ahora en absoluto. M. Hennebique trata el tema por su finalidad comercial, tomando la crítica de sus fórmulas por ataque á las obras, productos de su empresa, de las que no me he ocupado. Yo considero el tema puramente doctrinal. M. Hennebique, cuyos negocios han prosperado sin dejar de usar sus fórmulas, nunca se dará por convecido de que puedan existir otras mejores. A mí, por muchos millares de obras que siga ejecutando, nunca me satisfarán sus fórmulas.

Considère, Rabut,, no son ciertamente nombres de teorizantes. Uno fué el primero en estudiar en Francia el hormigón armado con el criterio que yo sostengo; otro es el apóstol de la experimentación, no ya de elementos en el laboratorio, sino del conjunto en la construcción íntegra. Ambos son Ingenieros de cuerpo entero, que han realizado admirables obras, como los Ingenieros deben realizarlas, aunando la práctica y la teoría, con las dos siempre á la vista, jamás echándose en brazos de una sola. *Rabut* y *Considère*, alma los dos de la Comisión francesa, experimentaron multitud de obras de M. Hennebique, y lejos de satisfacerse con las fórmulas empleadas para establecerlas, redactaron la circular que las proscribió.

Pese á la afirmación de M. Hennebique de que los métodos de la teoría oficial (1), no se han impuesto en Fran-

(1) No hay tales métodos. Aparte de lo consignado en el art. 10, citado en mi artículo, el dictamen del Consejo de Puentes y Calzadas, dice así:

«On voit que nos instructions se bornent à quelques prescriptions générales qui laissent aux ingénieurs la plus absolue liberté dans les méthodes de calcul qu'ils croiront devoir employer, sous la seule réserve de ne pas substituer les méthodes empiriques des spécialistes aux

cia, y que los de él han sido allí admitidos en todo tiempo, sostengo, corroborado por Ingenieros de Puentes y Calzadas á quienes he hecho la pregunta concreta, que la circular de 20 de Octubre de 1906 se cumple con todo rigor.

A ciertas afirmaciones que sin apoyo de razonamiento hace M. Hennebique, creo necesario contestar, sin que esto constituya discusión.

Von Emperger emite, es cierto, la hipótesis de que la resistencia á la rotura de una pieza comprimida equivale á la suma de las resistencias del hormigón á la rotura *por compresión* y del metal *AL PANDEO*; pero la experimentación de que deduce la hipótesis se refiere no á piezas de hormigón armado propiamente dicho, sino á otras de metal hormigonado, cuya armadura posee *por sí sola* una resistencia individual poco inferior á la de la pieza total. Aun dando por cierta la hipótesis, que sólo M. Hennebique la admite, que yo sepa, sin reserva, precisaría para sacar consecuencia respecto á la repartición de cargas en las condiciones normales, que hubiera paridad entre dicha repartición y la correspondiente á la fase de rotura paridad que, desgraciadamente, no existe, hi mucho menos. Extraño es que M. Hennebique, que prescinde sistemáticamente del pandeo de la pieza y de la armadura, invoque tal hipótesis.

La fibra neutra, escribí, *en la realidad* sube ó baja según la intensidad de la flexión, y esto es exacto aunque en todos los métodos de cálculo se admita que tiene una posición geoméricamente definida.

Tédesco y Maurel, como antes Christophe, demuestran que dentro de ciertas proporciones las fórmulas de M. Hennebique coinciden sensiblemente con las racionales experimentales. Fuera de aquéllas: «il en résulte pour les pièces calculées par cette méthode une sécurité très variable selon la hauteur adoptée» (Christophe, pág. 581). Una y otra cosa reconocí en mi artículo.

Respecto á los problemas hiperestáticos, el concienzudo estudio *experimental* del puente de Soissons por M. Riboud (*Anales de Puentes y Calzadas*, 1904, I), contiene las conclusiones siguientes:

Página 139. «Dans tous les cas l'experimentation directe montre combien peu exactes ont été les hypothèses de calcul de M. Hennebique dont nous avons donné la substance dans la première partie de cette notice.»

Página 150. «On voit, par contre, que les hypothèses simplificatives de M. Hennebique sur la position de la fibre neutre son tout à fait inexactes, puisqu'elles assignent à la section de clef une compression uniforme, tandis que l'expérience accuse des fatigues d'extension qui dépassent de beaucoup en valeur absolue toutes les compressions constatées dans les autres points de l'arc, quelle que soit d'ailleurs la nature de la surcharge.»

La verdadera sanción de la experiencia consiste, á mi entender, en que «las hipótesis sentadas y sus consecuencias, repartición y valor de las cargas del material, se aproximan suficientemente á la realidad». Pero este es el criterio del Profesor. Los lectores, que ya conocen el criterio del industrial, juzgarán de uno y de otro.

méthodes plus sûres tirées de la résistance des matériaux ou de la théorie de l'élasticité..... et que toutes autres méthodes, pour vu qu'elles soient rationnelles seront admises par l'Administration.»

Análogo criterio es el que preside en todos los Reglamentos puestos en vigor acerca de la materia.

Conciliación y arbitraje en los ferrocarriles de Inglaterra.

Generalmente se dice que los obreros británicos solamente aceptan el arbitraje cuando la sentencia les es favorable. Parece que nuevamente se confirma esta opinión en vista de la acogida hecha al informe de la Comisión encargada de abrir una información sobre el funcionamiento del régimen en 1907, relativo á la conciliación y arbitraje en los ferrocarriles. Sin embargo, creemos que después de reflexionar á sangre fría apreciarán y aceptarán esta información.

El programa señalado á los cinco comisarios fué claro y preciso, limitando el objeto de la información al examen de las quejas formuladas y de los medios oportunos para remediar los defectos de la organización en 1907.

Parece ser que la causa de la agitación que se manifestó entre los empleados de los ferrocarriles fué debida á que se hicieron la ilusión de que esta Comisión iba á trastornarlo todo.

En 1906 los Sindicatos redactaron lo que después se llamó el «programa nacional» (National all-grades programme), en el cual se comprometieron á hacer triunfar las reivindicaciones. Así es que cuando el sistema de conciliación, inaugurado hace cuatro años, confió á los Comités elegidos la solución de cierto número de pleitos pendientes entre los diferentes ferrocarriles, los Sindicatos prosiguieron en su agitación con el objeto de conseguir las exigencias excesivas que figuraban en sus programas. El resultado de esta actitud fué que las concesiones hechas causaron cierto descontento. Inútil es el hacer constar que en esto los instigadores continuaron firmes en su táctica habitual, porque su posición futura dependía sobre todo de que los empleados continuasen tomando en serio el papel que representaban de salvadores de la sociedad.

Una de las mejores cualidades del informe que acaba de ser publicado es la claridad con que están expuestos para el conocimiento del público los sucesos, las opiniones y las peticiones. En lo que respecta á la cuestión del programa nacional, es de importancia el hacer notar que los comisarios han terminado con la conclusión unánime de que los empleados no hubiesen podido considerar sus proposiciones aplicables, si hubiesen estado perfectamente enterados de las muchas dificultades, en particular las financieras, á que conduciría la aceptación de este programa, por las diferentes Compañías de caminos de hierro. Este fué el punto de vista oficialmente adoptado por el Board of Trade en el momento de la elaboración del régimen de 1907. Con este motivo los comisarios expresan claramente su opinión, y dicen que: «dadas las circunstancias de la situación, el acuerdo de 1907 constituye una innovación radical y debe ser considerado como feliz solución de un problema erizado de dificultades».

El informe de la Comisión está firmado por todos los miembros de la misma, á pesar de las preferencias contradictorias, bastante conocidas, de los firmantes. Será acogido por el público como un remedio razonable é imparcial en vista de las dificultades existentes, debido sobre todo á la sencillez de los detalles, por los que la nueva organización se distingue de la antigua. Afecta esencialmente la forma de un compromiso. Resumiéndolo en pocas palabras, diremos que los comisarios recomiendan un fre-