

Por otra parte, los *desplazamientos radiales de los arranques* se establecieron por medio de las plumas medidoras con espejos Martens para las mismas sucesiones de cargas sólo en: 0,00365 mm., 0,0034 milímetros y 0,0031 mm., o sea en el promedio en 0,00337 mm., en cifra redonda, en

0,003 mm.

Ahora, pues, en la segunda mitad de mayo de 1936, se hizo una *nueva serie de ensayos* para establecer, cómo se distribuye este valor insignificante, medido en las plumas medidoras, sobre el alargamiento del tramo del marco, entre los dos puntos de sujeción de las plumas y sobre el eventual desplazamiento de los arranques en los apoyos. Estos ensayos de control tenían por objeto comprobar con seguridad el alargamiento que sufre el marco bajo la presión de las prensas hidráulicas, entre las puntas terminales de las plumas medidoras.

Para tal fin, las plumas medidoras, sujetadas en los ensayos anteriores con su cabeza superior en el marco y con su cabeza inferior en el arranque, ahora también con su cabeza inferior se sujetaron en el arco, inmediatamente por debajo de su arranque.

Restando los alargamientos del marco, medidos por medio de estas plumas, de los desplazamientos de los arranques observados anteriormente, éstos últimos han podido comprobarse con seguridad.

Este procedimiento, efectivamente, comprobó el resultado, previsto de antemano por el autor, pues el alargamiento del marco después de la traslación de las plumas medidores, también se estableció en el promedio en 0,0028 mm., o en cifra redonda, también en

0,003 mm.

Este valor medio, con una exactitud de una milésima de milímetro, corresponde al desplazamiento medido anteriormente en las plumas medidoras.

Se ha comprobado, por lo tanto, con toda seguridad, que en los ensayos de modelo, tampoco instalando chapas de plomo en las juntas verticales de arranque, no se producen desplazamientos radiales de los arranques, prácticamente determinables.

Según este resultado, los arcos apoyados sobre chapas de plomo trabajan de la misma manera como arcos empotrados.

Por consiguiente, también en los arcos apoyados sobre chapas de plomo deben producirse momentos de flexión por alteraciones en la presión hidrostática, por variaciones de temperatura, por retracciones de fraguado y movimientos elásticos de los apoyos. Dichos momentos considerables deben tenerse en cuenta en el cálculo de los arcos, si no las cargas de trabajo en el hormigón sobrepasarán considerablemente los límites admisibles.

La falta de esfuerzos de tracción en los anillos de modelo investigados, mencionada particularmente por el Sr. POMER, se explica muy sencillamente por la circunstancia de que los arcos elegidos para la aclaración de la cuestión principal de los desplazamientos de los arranques, corresponden a un anillo ubicado en el cuarto superior de la presa, donde esfuerzos de tracción no se producen tampoco en presas corrientes con arranques empotrados.

En los tres cuartos inferiores de la presa Blasco Ibáñez, sin embargo, para los perfiles propuestos se producen esfuerzos de tracción muy considerables, los que ya para el perfil más fuerte de los dos estudiados (con un espesor del anillo inferior de 34,9 m.), según los cálculos analíticos hechos, alcanzan el valor completamente inadmisibles de 35 kg./cm.², en media altura de la presa, y esto sólo a causa del empuje del agua.

No cabe duda que el Sr. POMER habría tenido que llamar la atención sobre este particular, si hubiera querido evitar que de sus exposiciones se derivaran conclusiones falsas.

Por otra parte, el Sr. POMER también habría debido indicar para evitar conclusiones falsas, que los *desplazamientos negativos de los arranques*, es decir, dirigidos en contra del empuje del agua, mencionados por él y observados en uno de los ensayos iniciales, alcanzaban solamente milésimas de milímetro, y, por lo tanto, no han podido comprobarse con seguridad, a pesar de la gran exactitud de las mediciones.

Para terminar con estas opiniones, no puedo dejar de manifestar mi profundo sentimiento de que un ingeniero joven, poco después de haber echado una primera y corta ojeada al terreno de experimentación técnica — cuyas dificultades extraordinarias aparentemente no ha entendido todavía en toda su complejidad — se haya propuesto condenar en términos severos en las columnas de una revista acreditada los trabajos de un laboratorio que dispone de gran experiencia y es conocido hasta más allá de las fronteras alemanas.

Yo mismo opino que en los ensayos hechos por primera vez se ha abierto un camino que en lo futuro se seguirá muchas veces y que promete dar resultados muy útiles.

Me parece que el Sr. MUÑOZ POMER no se ha dado cuenta de la enorme responsabilidad con que cargó al redactar sus artículos, aparentemente con el propósito principal de convencer a los lectores de que los desplazamientos de arranque, necesarios para la eficacia del sistema profesor PRŨA BŒUF, se hayan producido y comprobado efectivamente en los ensayos de Karlsruhe, cuando en realidad no ha sido así. Sus conclusiones podrían tener consecuencias graves, si encontrasen aceptación.

Th. REHBOCK.

Karlsruhe, Baden-Baden, 25 mayo 1936.

Contestación al artículo del Profesor Th. Rehbock

No hubiera escrito ni publicado nada sobre los ensayos de la presa-bóveda de anillos, verificados en Karlsruhe, porque aun disgustado por la forma en que fueron ejecutados y comentados, mi extremada prudencia tiende siempre a evitar cualquier enojosa

discusión. Pero el tono en que está redactado el artículo remitido a esta Revista por el profesor Rehbock, y las consecuencias que en él deduce son de tal naturaleza, que no puedo dejar de contestar poniendo la verdad en toda su pureza.

En primer lugar debo protestar vivamente de los ataques, tan desconsiderados como injustos, que dirige el Sr. Rehbock a nuestro querido compañero señor Muñoz Pomer.

Y es que el Sr. Rehbock padece un error, que es indispensable rectificar en absoluto.

Cuando el Ministerio de Obras públicas encargó al Sr. Rehbock los ensayos de la presa y ataguía de Blasco Ibáñez con mi sistema de bóveda, era natural que pensara en comisionar a algún ingeniero español para controlar esos experimentos hechos a sus expensas; y a tal fin requirió a la Escuela de Ingenieros de Caminos que hiciera la propuesta correspondiente. La Escuela, conocedora de los méritos que concurrían en D. Vicente Muñoz Pomer, que había sido alumno distinguidísimo, acreedor a varios premios y clasificado con brillante puntuación en la terminación de su carrera, le propuso para este cometido, y el Ministerio, aprobando la propuesta, comisionó a ese ingeniero para inspeccionar y presenciar los ensayos.

Era, pues, el Sr. Muñoz Pomer un delegado del Estado español que con toda la autoridad de su representación tenía derecho no sólo a disponer de las copias de todos los resultados sobre ese trabajo, sí que también a ordenar el fiel cumplimiento del programa de ensayos redactado al efecto, dictando instrucciones a los operadores, del mismo modo que un ingeniero encargado de un servicio dicta órdenes al contratista que ejecuta las obras, pues el Sr. Rehbock era, bien ciertamente, el contratista de un servicio de ensayos, por virtud del contrato celebrado con el Estado.

Y sobre este particular debemos además hacer una importantísima observación: El Ministerio de Obras públicas, al aprobar el presupuesto presentado por el Sr. Rehbock, le fijó un programa, o pliego de condiciones, formulado por el ingeniero director de la Delegación de Servicios Hidráulicos del Júcar, D. Faustino Elío, y por mí, como autor, cuyo programa, aprobado por la Dirección general de Obras Hidráulicas, consistía en verificar los ensayos que se citan a continuación:

Modelo reducido de la presa a escala 1/50.

Modelo reducido de la ataguía a escala 1/25.

Ensayo de varios anillos sucesivos en tamaño grande para ver la relativa independencia de ellos.

Ensayo de temperatura con variación en ambos paramentos.

Ensayo de impermeabilidad de las juntas.

Ensayo de aliviadero en la coronación.

¿Se ha cumplido este programa?

Evidentemente, no. Ni se ha hecho el modelo reducido de la presa, ni el de la ataguía, ni el de conjunto de los anillos ni el de la temperatura.

Prescindiendo del ensayo de impermeabilidad (muy fácil de hacer en cualquier parte) y de la prueba de la coronación como aliviadero, con un modelo muy pequeño, que para este efecto no importaba su continuidad en la masa, lo único que se ha hecho en el Laboratorio de Karlsruhe ha sido un marco de hormigón armado en el que se ha encajado un arco o anillo de hormigón en masa — para representar un anillo de la presa —, haciendo actuar sobre éste no una presión continua, sino una serie de presiones radiales por medio de prensas hidráulicas.

Este aparato, defectuoso por muchas causas, que

saltan a la vista, podría dar quizá una idea de la manera de trabajar un anillo aislado, pero de ningún modo puede servir para sacar consecuencias de la influencia relativa de los anillos encajados en el valle.

Es, pues, un ensayo que no sirve para nada, porque todo el que haya trabajado en materia de presas sabe que para las presas-bóvedas la dificultad consiste en que es imposible técnicamente plantear el problema general de la deformación triple, y, por consecuencia, las bóvedas continuas se estudian descomponiendo virtualmente la obra en fibras verticales y horizontales, mediante unas hipótesis que yo desde el principio consideré no sólo poco aproximadas, sino falsas, y que por esa causa propuse como solución la más racional y económica: el tipo de anillos isostáticos e independientes.

Hubiera sido muy interesante haber hecho bien los ensayos de modelo reducido en la forma expuesta en el programa, pues de ese modo, comparativamente con el modelo de bóveda continua, se habría llegado a demostrar la ventaja de la independencia elástica.

Pero pretender con un aparato, que sólo encaja un arco, sacar consecuencias para la deformación total de la bóveda, es tan caprichoso como tratar de medir volúmenes, de cuerpos no cilíndricos, con un planímetro.

Lo curioso del caso es que el Sr. Rehbock, en su Memoria-informe, remitida al Ministerio, sin más ensayos que los de ese aparato, deduce flexiones verticales y cargas de tensión y compresión en los paramentos. ¿? Y todas las consecuencias las formula en plan de "teorema", pero con unas demostraciones que yo no he llegado a penetrar.

Todos los esfuerzos del profesor Rehbock, en su Memoria, van encaminados a demostrar dos cosas: que el plomo se descompone rápidamente por los hidratos de cal y que el rozamiento del hormigón con plomo es tan grande que los anillos no son isostáticos, sino casi hiperestáticos.

Mucho habría que hablar respecto a la descomposición del plomo embebido en el hormigón, según las condiciones en que esté; porque si el Sr. Rehbock, según dice, por no tener experiencia propia, puede aducir las afirmaciones que en tal sentido le han hecho algunos profesores suizos, yo tengo experiencia personal, en la presa de Isber, en más de seis años, y más antigua aun, en algunos acueductos, en los que empleada hoja de plomo para juntas de dilatación no ha tenido sensible descomposición.

Podrá haber alteración rápida, por consecuencia de fenómenos de hidrólisis, en masas de hormigón con plomo, por el contacto constante de agua, en determinadas condiciones; pero tratándose de hornigones que deben ser bastante impermeables, y retenida la hoja entre dos superficies grandes en contacto, no se puede creer que sea fácil la descomposición y siempre hay modo de precaver sus efectos.

Respecto al rozamiento del plomo con hormigón, depende de que el primero se coloque en hojas sueltas o que éstas se hormigonen al hacer la masa. Evidentemente lo primero es lo natural, pues las chapas de plomo habrían de colocarse después de hecho un anillo y para preparar el siguiente. Estoy conforme con el Sr. Rehbock en que el coeficiente de rozamiento es alrededor de 0,8 en este último caso, y así resulta en los experimentos hechos en el Laboratorio de la Escuela (REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, 15 de

febrero de 1936); pero aunque ese coeficiente sea mayor que la unidad, puede demostrarse que en los arcos de ángulo grande se vence siempre este rozamiento lateral.

Las figuras que incluye el Sr. Rehbock en su artículo, como resultado de los experimentos, no son concordantes con las tablas que publicó el Sr. Muñoz Pomer, copiadas de los resultados obtenidos en su presencia, en Karlsruhe, y que remitió a la Dirección general de Obras Hidráulicas para dar cuenta a la Superioridad de la inspección que le fué confiada.

Según esas tablas (algunas de las cuales fueron publicadas en esta REVISTA, en noviembre y diciembre pasados), resulta que en los arcos ensayados no hubo régimen de tensión, sino compresión variable, con excentricidades muy pequeñas, lo que demuestra que la coacción de los arranques era muy poco apreciable.

Pero cualquiera que fuera el resultado obtenido con las chapas de plomo para las juntas, es lo cierto que muy poco o nada me interesa al presente.

Lo verdaderamente interesante del sistema de presa de bóveda por anillos no es la junta de plomo, detalle sin importancia y que antes de dar el informe el

Sr. Rehbock había ya sustituido por bolas, y posteriormente con rodillos de fibro-cemento, de acuerdo con los experimentos hechos con este material por el Sr. Sánchez del Río, e incluso con junta hidráulica automática.

Y debo hacer constar que, exagerando mi cortesía hacia el Sr. Rehbock, no correspondida por él, visité personalmente a su representante Sr. Hansa, haciéndole entrega de la disposición de las juntas con rodillos, para rogarle que en su informe manifestara opinión sobre esos elementos, en relación con las juntas de plomo ensayadas.

Aunque no tenía interés alguno en conocer la opinión del Sr. Rehbock sobre la disposición de esas nuevas juntas, cuyo funcionamiento, en condiciones de isostatismo, es evidente, me parecía natural que para neutralizar la injustificada y constante diatriba que en las juntas de plomo hacía el citado profesor indicara algo sobre esta manera de resolver el problema a entera satisfacción. Pero no tengo que agradecer nada a su cordialidad, pues ni en el informe se dijo nada, ni siquiera contestó a mi carta, tan gentilmente dirigida.

Alfonso PESA BŒUF,
ingeniero de Caminos.

Bibliografía

Anuario de Ferrocarriles Españoles y Tranvías, por E. DE LA TORRE, año XLI-1935. Un vol., 14 X 21 cm., 424 páginas. Enrique de la Torre, San Vicente Alta, 58, principal, Madrid. Precio encuadernado en tela, 7 pesetas en Madrid; 7,50 en provincias.

Don Enrique de la Torre, jefe honorario del Tráfico de los Ferrocarriles del Norte y antiguo publicista ferroviario, acaba de poner a la venta la edición 41 correspondiente a 1935, tan completa y profusa de informaciones como siempre.

Los años de vida que cuenta es un dato que le acredita sobre todo encomio y le justifica con sólo citar alguna de las principales materias que contiene: Invenciones sobre ferrocarriles y tranvías, extensión de éstos en el mundo, estadísticas de producción y comercio, automovilismo, turismo, impuestos, etc., etc. Ministerio de Obras públicas y Negociados de Ferrocarriles, Consejo Superior, Comisarias de Explotación y Jefaturas de Construcción, todo completamente al día.

De las Compañías, contiene una información tan completa, que abarca desde la situación financiera y comercial, Consejos de Administración, nombres y cargos del personal principal, hasta los ingresos y gastos por conceptos en cada línea los años 1934 y 1935.

La parte legislativa comprende desde agosto de 1934 a septiembre de 1935.

Se trata, por lo expuesto, de una publicación que reúne todos los elementos necesarios para darse cuenta de la situación actual de los ferrocarriles y tranvías en nuestro país, por lo que recomendamos su adquisición, estando a la venta en las principales librerías de España.

X.

Elementos de Termodinámica técnica, por R. MARIÑO, S. J., profesor de motores en el I. C. A. I. Ediciones I. C. A. I. Lieja, 1936. (Tres fascículos.)

El P. Mariño ha publicado en esta obra su curso de Termodinámica en el I. C. A. I., que merece la atención de cuantos siguen el progreso de las publicaciones técnicas en español. En

efecto: la competencia del autor, que siguió en nuestra Escuela la carrera de ingeniero de Caminos, le ha permitido formar un tratado con el cual pueden compararse pocos de nuestros autores.

Conoce el P. Mariño perfectamente los trabajos más modernos de los físicos alemanes, ingleses y americanos, y en ellos se basa para exponer las ecuaciones de los flúidos con método perfectamente lógico y claridad completa, cualidades que resaltan en toda la obra y hacen de ella un texto adecuadísimo para la labor docente.

La doctrina se expone en el fascículo I, Termodinámica general, Termodinámica de los gases perfectos, y en el III, Termodinámica de los vapores, Flujo de vapores y gases, conteniendo el II las aplicaciones de la Termodinámica de los gases perfectos a los compresores de émbolo y a los motores de combustión interna. Este cuadro de las "Aplicaciones" se completa en el fascículo III con la exposición del ciclo de Rankine, del funcionamiento de la máquina de vapor, con inclusión de las *Compound*, y estudio particular de la locomotora; del empleo del vapor para concentración de soluciones, de los acumuladores de vapor y de la obtención de frío industrial y de aire líquido.

El P. Mariño ha tenido especial cuidado en preparar a sus alumnos para la ejecución de ensayos, exponiendo la marcha que ha de seguirse, ilustrada con ejemplos, e incluyendo una completa colección de tablas de características y constantes físicas de los flúidos.

E. B.

LIBROS RECIBIDOS

LUIGI SANTARELLA. *Il cemento armato*. Vol. III. *Monografie di costruzioni italiane civili ed industriali*. Quarta edizione rifatta con atlante di 60 tavole costruttive e 303 figure nel testo. Texto y atlas de 16 X 23 cm., con 392 páginas y 303 figuras el texto y con 60 láminas el atlas. Ulrico Hoepli, Editore. Milano, 1936-XIV. Precio, 75 liras.