

El acueducto de Tardienta

En el número anterior de esta Revista se dió cuenta del resultado feliz de las pruebas hechas en el acueducto de Tardienta, en el primer trozo, de cinco tramos, construido recientemente.

dió el proyecto), se ordenó la construcción de un trozo de cinco tramos del acueducto, dándole el carácter de ensayo, para proseguir la obra si el resultado experimental de las pruebas era satisfactorio.

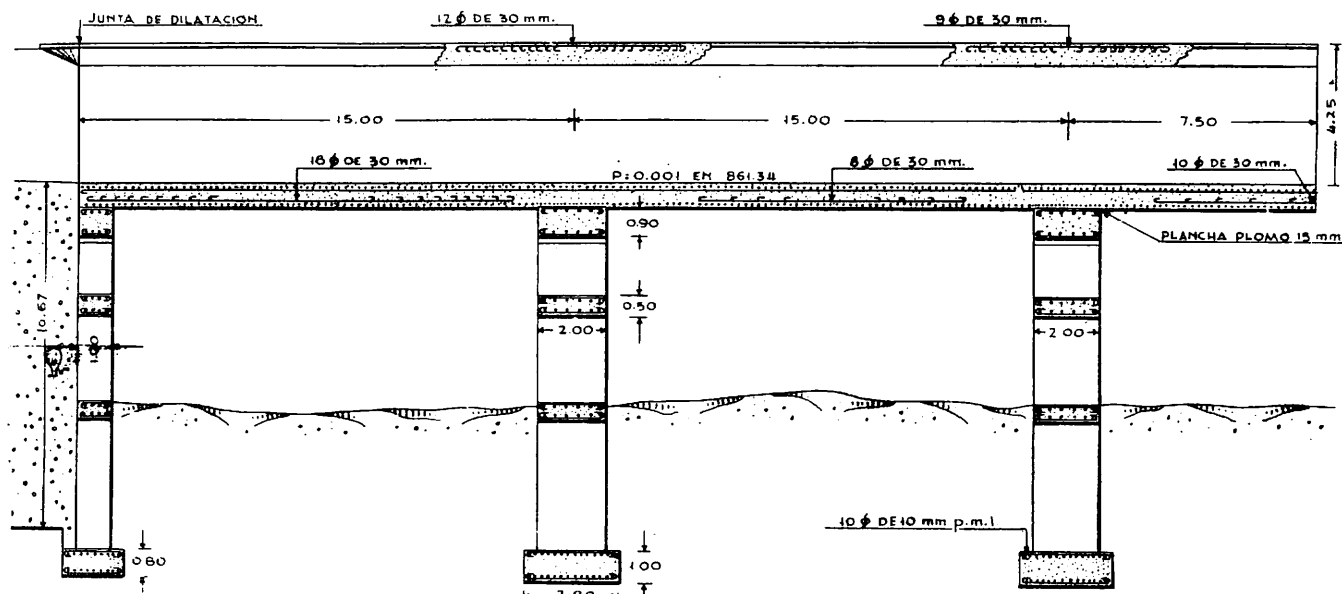


Fig. 1.ª a. — Corte longitudinal del acueducto de Tardienta.

Era muy interesante este ensayo al natural, por causa de las apasionadas discusiones que había provocado esta original estructura, como consecuencia de informes oficiales contrarios a su construcción, por estimarla demasiado atrevida.

La adopción de este proyecto tuvo por origen el encargo que hizo la Confederación Hidráulica del Ebro al ingeniero que subscribe de redactar el proyecto del acueducto, por haberle pedido previamente informe técnico sobre los estudios anteriores, en el que se afirmaba la posibilidad de encontrar solución muy económica al problema por medio de estructura sencilla continua que arrojará pequeño volumen de hormigón armado.

Dos soluciones presentamos al efecto; una con forma de cajero rectangular y otra de perfil semicircular; ambas más económicas que las de los estudios anteriores, pero la segunda arrojaba aún una economía del 20 por 100 en relación con la primera, para los mismos trabajos y precios unitarios del material.

Esta fué la principal razón por la que la Confederación Hidráulica del Ebro aprobara este último proyecto que fué subastado y adjudicado a D. Ramón de Caso.

Por consecuencia de las impugnaciones que incluso en el terreno oficial se hicieron al proyecto, se retrasó considerablemente el comienzo de las obras, pero gracias a la resolución de nuestro ilustre compañero D. Manuel Lorenzo Pardo, que era entonces Director general de Obras Hidráulicas (y anteriormente Director de la Confederación cuando se estu-

Las pruebas se han verificado y sus resultados perfectamente concordantes con las deformaciones previstas en el proyecto, han sido publicadas, en detalle, en el último número de la revista *Hormigón*

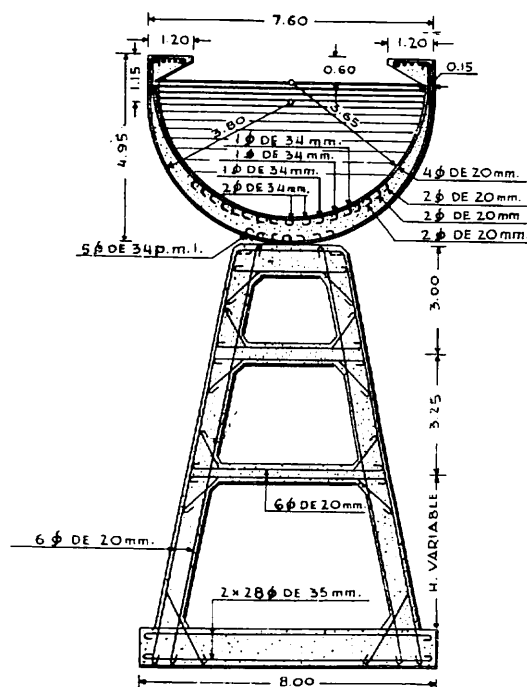


Fig. 1.ª b. — Sección transversal.

y acero, habiéndose dispuesto, en consecuencia, por la Delegación de Servicios Hidráulicos del Ebro la continuación de los otros trozos, iguales al construido, hasta la total longitud de 877 metros que tendrá el acueducto.

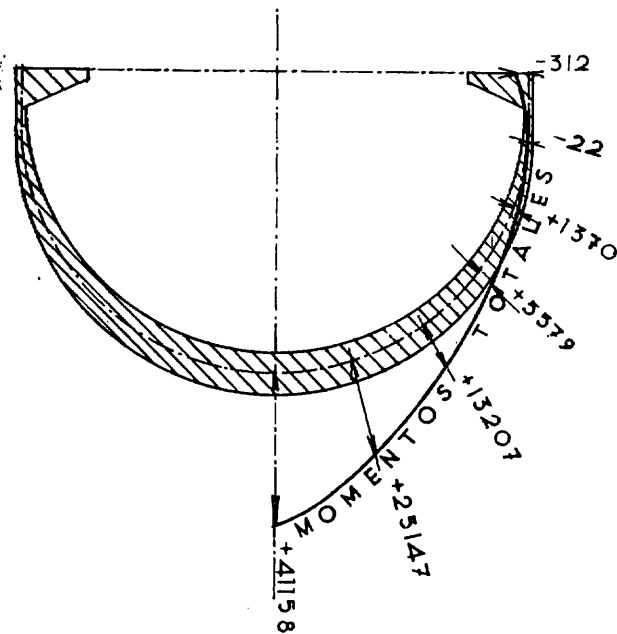


Fig. 2.ª — Ley de momentos transversales.

Dos puntos básicos eran los que habían motivado la discusión empeñada: uno, la manera de considerar la cuba cilíndrica en su doble deformación transversal y horizontal; y otro, el estudio de las cargas tangenciales.

El primer punto se refería, en rigor, al cálculo de un semicilindro continuo y apoyado en puntos aislados. Una tal estructura bidimensional, considerada en su generalidad, daba origen a un problema inabordable en su desarrollo algorítmico, pero en todos estos casos de grave dificultad analítica, la habilidad del ingeniero, a nuestro juicio, estriba en

manejar las masas de forma que las inercias relativas puedan permitir asimilar el problema, con bastante aproximación, a casos conocidos más sencillos.

Con este criterio hicimos la distribución de gruesos y luces para que con la inercia de la sección en el fondo de la cuba, se pudiera considerar la reacción de cada apoyo bien distribuida en el sentido longitudinal con pequeñas deformaciones que permitieran una comparable deformación transversal en todas las secciones. Esto nos permitía considerar la elasticidad del sistema en los dos sentidos únicamente.

El estudio de las cargas tangenciales tenía también una gran importancia. Ciertamente, al suponer po-

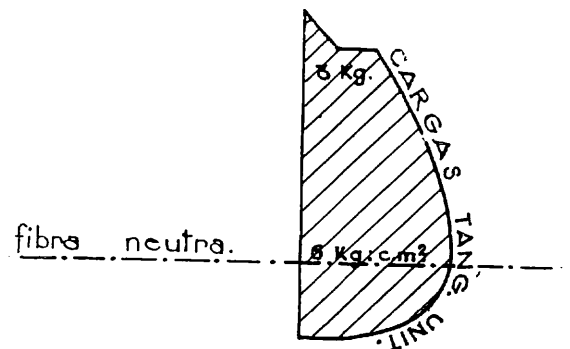


Fig. 3.ª — Cargas tangenciales unitarias en la sección de apoyo.

larizada la resistencia en los dos sentidos, longitudinal y transversal, si se seguía el criterio recomendado y hasta prescripto en la mayor parte de los tratados de hormigón armado, en las secciones transversales próximas a los apoyos, en las que el esfuerzo cortante es muy grande, hubiera sido necesario tomar constante la carga tangencial en todas las fibras tendidas, desde la fibra neutra, lo cual daría como consecuencia unas cargas unitarias enormes en la zona estrechada de la cuba, contigua a los anclajes. En esta forma de calcular esas cargas resultaban valores tan grandes para esos puntos, que no había posibilidad de que el hormigón los resistiera.

Aunque ese es el criterio expresado en muchos libros, nosotros no le compartíamos, pues al estudiar las cargas tangenciales cuando la redacción de nuestro tratado de "Hormigón armado" ya dijimos, que no creíamos aceptable la consideración de ser constante la carga tangencial en la zona de tracción, pues el hecho de ser inevitable la participación del hormigón en toda la sección, porque de otro modo no habría vehículo que hiciera entrar en juego las armaduras, obligaba lógicamente a estudiar las cargas tangenciales con existencia real en todas las fibras. Y al hacer el cálculo de este modo resultaban cargas tangenciales unitarias del orden de 3 kg./cm.², perfecta-

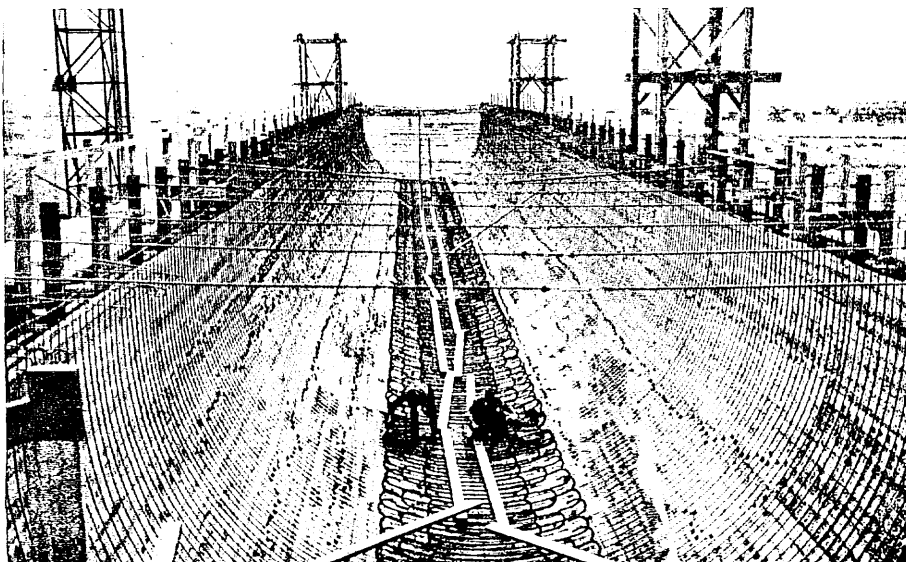


Fig. 4.ª — Armado interior de la cuba.

mente admisibles, pero no así las de 23 que se obtenían con el otro criterio.

Los resultados experimentales obtenidos con gran número de aparatos han arrojado suficiente claridad sobre estos debatidos puntos.

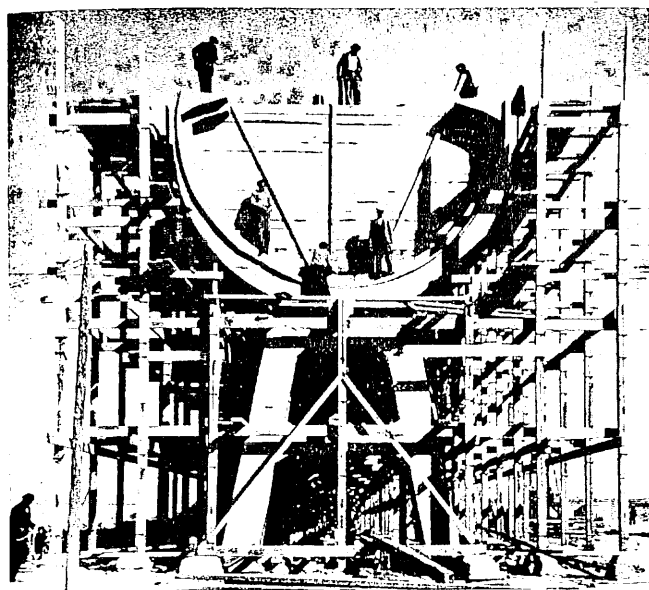


Fig. 5.ª — Sección terminal del tramo construido, cerrada para la prueba.

En la figura 1.ª se incluye un dibujo sintético de la estructura que ha hecho últimamente D. Jesús Gutiérrez, Ayudante técnico de la Confederación, que ha prestado durante el período constructivo muy inteligente colaboración técnica.

Las leyes de momentos transversales y cargas tangenciales totales, calculadas con nuestro criterio desarrollado en el proyecto, son las representadas en las figuras 2.ª y 3.ª con sus valores numéricos finales.

La figura 4.ª es una fotografía de la cuba durante el armado del fondo y en ella se ven los tirantes superiores que se pusieron durante el período constructivo para evitar la deformación transversal en el hormigonado, pero que se quitaron después al desencofrar.

El testero final del trozo de acueducto se ha cerrado para las pruebas con una compuerta de madera que se ve en la fotografía número 5, en la que se

aprecia en el perfil un sobregresos de 20 cm., en todo el perímetro, para apoyar en ese cordón la compuerta.

La foto número 6, está obtenida durante las pruebas, cuando se estaba llenando el acueducto.

Con la cantidad de agua echada se llegó a alcanzar

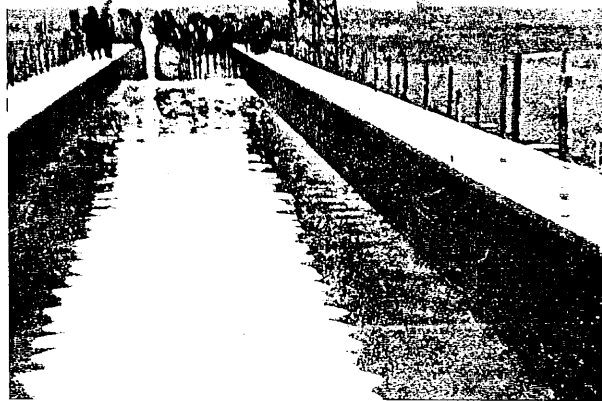


Fig. 6.ª — Puesta en carga del tramo de prueba, llenándolo de agua.

un nivel superior al de los arranques de las ménsulas laterales de las aceras, con lo cual quedó la prueba, durante toda la noche, con un nivel superior en 25 centímetros al máximo de régimen.

Y ya que sea grande la satisfacción alcanzada con estas pruebas no queremos dejar de expresar el mayor agradecimiento, en primer lugar, al señor Lorenzo Pardo, iniciador y promotor de la obra, y a Juan Aracil, joven y muy distinguido compañero que ha sido nuestro colaborador desde el proyecto hasta la terminación del trozo. Muchas felicitaciones también al señor De Caso, constructor de la obra, y a los señores D. Félix de los Ríos y González Lacasa, Director e ingeniero encargado de la Confederación, que han resuelto la prosecución de la obra con el mayor entusiasmo.

A. PESA BOEUF,
Profesor de la Escuela de Caminos.

Aeropuertos

Empezamos hoy la publicación de una serie de artículos resumen de las conferencias dadas a los alumnos de quinto año de la Escuela por los profesores señores Castro y Escario, sobre el proyecto y construcción de aeropuertos y rutas aéreas. La Escuela, que desde hace años dedica la atención debida a las cuestiones de aviación, perfectamente atendidas por nuestro compañero señor Laffon, ha creído conveniente completar la formación de los alumnos con el estudio

detenido de los problemas de aeropuertos y rutas aéreas, imprescindibles dado el desarrollo de la aviación comercial, para un ingeniero de transportes como lo es muy principalmente el ingeniero de Caminos.

Importancia de la navegación aérea. — El crecimiento de la aviación en los últimos veinte años ha sido rapidísimo; la guerra mundial trajo, por el desarrollo de la aviación de combate, un perfeccionamiento