

cuya única raíz utilizable es $x = 35,6$ cm. Este valor, introducido en la ecuación [7], da

$$a = 340,15 \text{ cm}^2$$

Las profundidades de las dos armaduras son

$$c = 94,93 \text{ cm y } c' = 4,75 \text{ cm}$$

En la figura 3.^a puede verse cómo se ha constituido prácticamente la sección. Los cantos son $c = 95$ cm y $c' = 4,5$ cm. La armadura inferior se

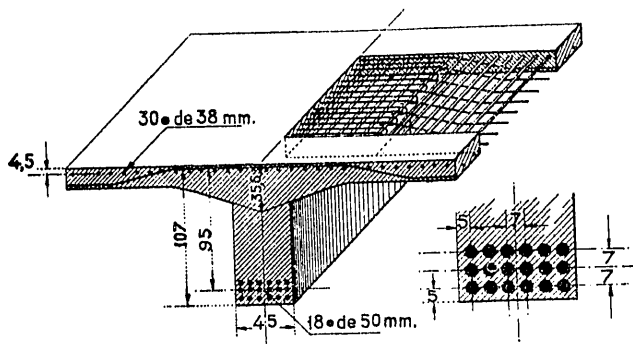


Fig. 3.^a

forma con 18 redondos de 50 mm de diámetro (353,50 centímetros cuadrados), colocados en tres filas, con separación entre ejes de 7 cm, que es sensiblemente un diámetro y medio, y recubrimientos inferior y lateral de 5 cm. Por consecuencia, el ancho del alma es de 45 cm y el peralte del nervio de 107 cm. La armadura superior se compone con 30 redondos de 38 mm de diámetro (340,20 cm²), dispuestos en una fila y distribuidos uniformemente a lo largo de toda la cabeza, o sea separados entre sí 10 cm.

Tercera solución. Sección con armadura disimétrica:

Por último, considerémonos forzados a admitir una altura total para el nervio de 145 cm. El canto, de-

ducido de [12], es $c = 133,4$ cm, en realidad un poco escaso, por lo cual se ha fijado $c = 136$ cm. Por la fórmula [5] se obtiene $x = 51$ cm, que, llevado a la relación [13], da $k = 0,361$.

Introduciendo estos valores en la ecuación [7], se deduce $a = 239,10$ cm² y, como consecuencia, $a' = 86,32$ cm².

La armadura inferior se ha constituido (fig. 4.^a) por 12 redondos de 51 mm de diámetro (245,14 cm²), colocados en dos filas y separados entre ejes 7 cm. El recubrimiento lateral es de 5 cm y el inferior de 5,5 cm, siendo, por tanto, el ancho del alma de 45 cm. La armadura superior va dispuesta a 6 cm de profundidad e integrada por 20 redondos de 24 mm (90,48 cm²), separados 15 cm entre ejes.

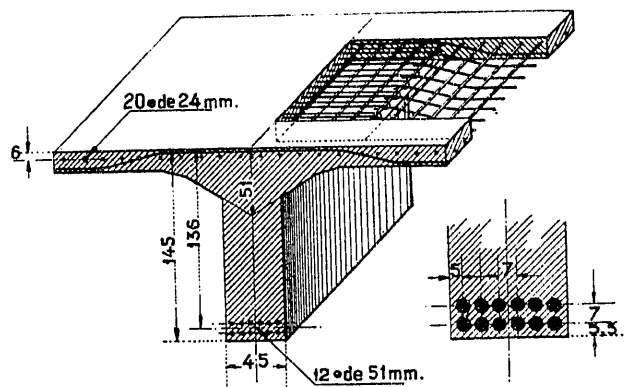


Fig. 4.^a

Las figuras se han representado en perspectiva para ver claramente la disposición de los hierros en los forjados.

En un artículo próximo me propongo continuar tratando la misma materia, procurando aclarar algunas dudas que puede ofrecer el procedimiento expuesto y proporcionándole toda la generalidad que necesita para ser útil.

Francisco FERNANDEZ ALVAREZ
Ingeniero de Caminos.

Más sobre la contratación de Obras públicas

Con este mismo título escribió D. Enrique Colás un artículo, aparecido en el último número de la REVISTA del pasado año, proponiendo, al Comité de Redacción, la apertura de una encuesta entre ingenieros, contratistas y entidades interesadas en la construcción, con objeto de suministrar ideas al Consejo de Obras públicas, para con ellas proponer al Gobierno la transformación del sistema de ejecución de las Obras públicas, como base para conseguir su rápido desenvolvimiento.

Problema es este que, presentado en tal forma, escapa en absoluto del campo de la construcción y del dominio de sus técnicos, para caer de lleno en la esfera de la Economía y el conocimiento de sus peritos; pero insiste muy especialmente el Sr. Colás, y con indudable acierto, en la conveniencia de recabar para los técnicos con título oficial la dirección de las obras contratadas por la Administración o autorizadas por ella, y este pun-

to es el que me interesa recoger, si bien interpretándole de diferente manera que el autor.

Creo, sinceramente, que con detalles de esta naturaleza no se estimula en modo alguno la ejecución de Obras públicas; pero pudiera conseguirse —y ya habríamos logrado bastante— que, al volver los ingenieros sus ojos hacia el campo, ciertamente un poco abandonado por ellos hoy día, mejorase la calidad de una construcción desidia-mente olvidada por quienes poseen títulos y atesoran capacidad y conocimientos para trocársela irreproachable como ejemplo palpitante.

Hoy día, pudiéramos decir, hasta la especialización está especializada, limitándose constantemente en extensión el horizonte familiar al constructor, a medida que se intensifica el conocimiento en cada una de las numerosas ramas, brote del tronco primitivo de la construcción, surgiendo el contratista limitado a una modalidad única de la mis-

ma, de la cual se titula, y es, efectivamente, especialista.

Paralelamente a este desdoblamiento del arte de construir, y precediéndole ligeramente, los doctores de la Ingeniería van preparándole en el gabinete y el laboratorio, quedando como lazo de unión entre el investigador científico y quien aprovecha en la práctica sus estudios, el ingeniero de la Administración que, con su carácter de enciclopédico, tiene, forzosamente, que quedar un poco al margen de dichas actividades, sin que por ello sea su papel más desairado, supuesto que tienen más importancia las relaciones de que son susceptibles las cosas que éstas en sí mismas.

La misión del ingeniero del Estado es análoga a la del ordenador y diagnosticador. Una vez emitido el diagnóstico, el practicante realiza las curas, y el constructor ejecuta los proyectos. Y quien los ejecuta debe tener la responsabilidad de lo construido, siendo absurdo exigírsela sin concederle el derecho e imponerle la obligación de revisar el proyecto redactado por la Administración, dando sobre él el visto bueno o proponiendo las modificaciones que su conocimiento, particularizado en la modalidad constructiva adoptada y su práctica de la misma, le sugieran.

Claro está que, si hemos de construir bien—y repito una vez más que ésta sería, a mi juicio, la consecuencia más inmediata y positiva que pudiera ofrecer esta campaña o llamamiento—, el encargado de realizar esta verdadera fiscalización sobre la obra de un ingeniero ha de ser, como garantía de buen desempeño, y por la dignidad de la profesión, alguien a quien su título y sus conocimientos den categoría y otorguen autoridad, es decir, otro ingeniero. Hacerlo de otro modo sería agravar el problema.

Este es, indudablemente, el génesis del estado de cosas imperante en Francia, que tan oportunamente indica el Sr. Colás.

Dando por supuesto que dicha dirección técnica de las contrata sea un hecho, voy a ocuparme de un asunto, hoy día interesantísimo, tratando de darle una orientación que, si bien en la actualidad reconozco sería muy peligrosa, dejaría de serlo para convertirse en factible el día en que el contratista, por el hecho de serlo, tuviera solvencia técnica. Me refiero a la redacción de los pliegos de condiciones en relación con la fabricación de hormigones en obras de gran importancia volumétrica.

El proyectista, al realizar su labor, empieza por suponer a estos hormigones una resistencia determinada, fijándose a continuación un coeficiente de seguridad que proporciona a los elementos estrictamente calculados por él la garantía de estabilidad estricta. Lo lógico sería, pues, que, al redactar el pliego de condiciones, se limitara a exigir aquella resistencia unitaria que sirvió de base a sus cálculos, aparte las inevitables salvedades en lo que a las cualidades intrínsecas de los materiales componentes se refiere. Porque mezclas con las cuales puede obtenerse una resistencia determinada hay infinitas, y él mismo podría fijar una en cuanto experimentase los materiales de que dispone; pero una sola es la más económica, y no hay razón para imponerle otra a un contratista, privándole del beneficio lícito que puede obtener como

consecuencia de sus estudios. En el estado de cosas que estamos suponiendo, de máxima responsabilidad del constructor, no habría ningún inconveniente en admitir tal libertad, siempre que la Administración conserve, y nunca dejará de ser así, la vigilancia inmediata sobre las obras. Esta vigilancia cambiaría, naturalmente, de aspecto, haciéndose también más científica. El vigilante clásico que, armado de papel y lápiz, cuenta sacos y cestos, vendría sustituido—si tal lujo de precauciones se estimara necesario—por el que sacase probetas de todas las masadas, a las que el contratista garantizaría la resistencia estipulada.

Que no se trata de una fantasía, lo acreditan las últimas publicaciones americanas, en que se da cuenta de la adopción de este sistema en numerosas obras de los Estados Unidos. El puente sobre el río Miami, del Big Four Railroad, con un volumen de 28 000 yardas cúbicas, ha sido construido colocando cada una de ellas de acuerdo con los métodos más científicos y ensayando la consistencia de cada masada por el novísimo método del autoaplastamiento, de positivos resultados en el trabajo de campo. Las fundaciones del rascacielos más moderno de Chicago, la Tribune Tower, fueron ejecutadas aplicando métodos de laboratorio a la dosificación y mezcla de cada cubo de hormigón.

Para nadie es un secreto que entre dos hormigones que figuran en un pliego con la denominación de número uno y número tres, por ejemplo, puede resultar, en ciertas condiciones, más resistente éste que aquél: todo depende del cuidado puesto en su elaboración y de las precauciones adoptadas durante el fraguado, respetando en ambos casos las prescripciones del pliego en cuestión. Y una de dos: o la Administración pierde, sin compensación alguna, la diferencia de precio que resultaría de emplear un hormigón número tres en lugar de otro número uno, que no proporciona más resistencia que aquél, o la pierde el contratista, capaz de obtener con menos cemento un hormigón de igual resistencia.

Además, si el proyectista parte de mezclas fijas en lugar de arrancar de resistencias determinadas, o fuerza el coeficiente de seguridad, debilitando la estructura, o cuenta, *a priori*, con una resistencia insuficiente y emplea material en exceso. Cosas ambas deplorables.

El sistema que preconizamos es el más lógico y el más científico. Y añadiremos que el más moderno.

En el pliego de condiciones para la construcción de la presa de Kensico, redactado por el Board of Water Supply de la ciudad de Nueva-York, se preceptuaba un material compuesto por un volumen de cemento y nueve de materiales inertes, comprendiendo en esta proporción los bloques que habían de quedar embebidos en la masa; pero sin fijar proporciones entre los áridos de los diversos tamaños. Esto marca un primer paso.

Mr. Sandford E. Thompson ha recomendado, para aprovechar en la construcción de una presa el aumento que en la densidad del hormigón y su impermeabilidad produce el empleo del polvo procedente del machaqueo de la piedra, la mezcla particularmente pobre de una parte de cemento por cuatro partes y media de piedras tamizadas,

de las que el 20 por 100 pasasen por el tamiz número ciento y por seis partes y media de piedras mayores de 6 mm.

Si aumentamos la densidad de la fábrica, rebajamos la carga máxima a igualdad de perfil, y si disminuimos al mismo tiempo la resistencia específica del material de tal manera que el coeficiente de seguridad permanezca invariable, la obra estará en las mismas condiciones; pero habremos ahorrado dinero, y esto ya es algo. Este ejemplo refleja exactamente el criterio que quisiera inculcar a mis lectores.

Ultimamente, entre las estipulaciones para la construcción de un gran embalse cerca de Chicago, no se mencionaba mezcla alguna. Se pedía únicamente que el hormigón tuviese determinada resistencia puesto en ciertas condiciones. Esta es la meta.

Las administraciones más conscientes, al redactar sus pliegos de condiciones, se preocupan de que las mezclas fijadas no surjan como redactadas

en serie, de acuerdo con el patrón de moda. De todas maneras, sigo creyendo que a quien corresponde hacer los estudios es a quien se encarga de ejecutar la obra. El hormigón es un material muy complejo, y sólo el constructor es capaz de determinar, de acuerdo con sus procedimientos y medios auxiliares, cuál es el detalle primordial para obtener él, en el lugar de la obra, los hormigones más baratos entre los que garantizan la resistencia exigida.

De aquí la necesidad de que el contratista sea o disponga de técnicos y de aquí la oportunidad del Sr. Colás al hacer sus peticiones. No creo que mi modesto aplauso le halague excesivamente ni aspiro a que mis proposiciones sean tenidas en cuenta. Anhelo, únicamente, romper una lanza en favor del bien construir, y recordar que las obras excepcionales necesitan moldes también excepcionales. Los de una tajea no sirven para el túnel del Simplón

Carlos BOTIN POLANCO
Ingeniero de Caminos

La calidad de los cementos

Es la industria del cemento tal vez la que con más claridad señala la marcha progresiva de la Economía en los diversos países, constituyendo un índice infalible del mayor o menor florecimiento de muchas de las ramas de su actividad.

Su consumo, en cantidad, es función directa del desarrollo de las construcciones, tanto públicas como particulares, y siendo éstas tan indudable y fidedigno indicador del estado económico del país, claro está que las alternativas de la marcha económica del mismo se podrán seguir, traducidas con escrupulosa fidelidad, a través de las estadísticas del consumo de cemento.

Pero, si bien el concepto que acabamos de exponer está en la conciencia de todos como un hecho evidente, no sucede lo propio con otro factor esencial, al que no se ha prestado siempre la atención necesaria: es el factor relativo a la *calidad* de los aglomerantes.

Dicho factor puede decirse que no entró en liza hasta época bien moderna, al darse cuenta los constructores y los técnicos de que, en la mayor parte de las obras, era de vital importancia la determinación de las cualidades de los aglomerantes que empleaban.

Al ser requerida la atención de los técnicos sobre este punto, comenzó, por decirlo así, el reinado del Laboratorio en la industria de los aglomerantes y, como fruto de esos trabajos, hicieron su aparición los cementos portland artificiales, fabricados sobre una base científica y con una gran homogeneidad de composición y una solvencia, procedente de la constancia de sus propiedades y de la exacta definición de su fórmula y procedimiento de fabricación.

Vino entonces la lucha de los nuevos cementos portland contra el sinnúmero de aglomerantes hasta entonces existentes: cales blancas, hidráulicas, cementos naturales, etc., que daban lugar a un verdadero caos, en el que era casi imposible orientarse, pues cada productor y cada consumidor tenía un

concepto distinto sobre el asunto. Y menos mal cuando tan turbias aguas no eran aprovechadas por quienes, con mala fe, sabían encontrar en el común desconocimiento las ocasiones de prosperar con rapidez.

El cemento portland no ha tardado en imponerse; pero ha sido a costa de dura lucha contra los intereses existentes y venciendo la resistencia de los consumidores a aceptar precios que la mejora de la calidad hacía forzosamente más elevados.

Sin embargo, la industria del portland ha acabado venciendo en toda la línea, y pocos son ya los constructores que aún se resisten a reconocerlo y que aún quisieran ver en el portland un cemento de lujo más que un material normal de construcción. No ha sido ajena a este resultado la abundancia de primeras materias que facilita a los fabricantes de portland las grandes producciones necesarias para producir con economía.

Fué ésta la primera victoria del factor calidad sobre el factor precio y constituye un síntoma de la tendencia que hoy existe. Tendencia tanto más marcada cuanto más intensa es la preocupación por no dejar escapar ninguna ocasión de perfeccionamiento y de mejora, sana inquietud que es precisamente la característica de los países que van a la cabeza del progreso técnico y económico.

El dominio de la calidad tiene en nuestro país la gran ventaja de ir creando productos sobre los que graviten cada vez con menos pesadez los onerosos gastos de transporte, que tanto influyen en nuestro país, en las mercancías de poca densidad económica, entre las que hay que englobar los aglomerantes en general.

Una vez consolidada la entrada en los mercados mundiales del cemento portland como aglomerante principal y definitivo, y fundada, como fruto de ella, la poderosa industria que hoy fabrica dicho producto en todos los países, era natural suponer que ésta no cejaría en la lucha por la calidad, durmiéndose en los laureles, sino que, valiéndose de los elementos