

Salto del Duero¹

Aprovechamiento de aguas del río Esla

IV

Medios auxiliares

La acertada elección de medios auxiliares en obras como las que este último verano se han realizado en el futuro aprovechamiento de agua del río Esla por la Sociedad de Saltos del Duero, influye poderosamente en el buen éxito de la empresa. Por eso creemos de gran interés el darlos a conocer.

El plano general de la página siguiente da idea del conjunto de estas instalaciones (fig. 1.^a).

Instalación de aire comprimido.—Su empleo principal estaba, como es lógico, en la perforación de las galerías; pero siendo todo el terreno de la zona de obras granítico, también era indispensable este medio mecánico de trabajo en todas las construcciones, si se quería alcanzar la velocidad necesaria para terminarlas en el plazo perentorio propuesto; así, pues, los trabajos de explanación, tanto de edificios como de caminos, la cimentación de la ataguía definitiva, la destrucción de los rápidos del río, etc., habían de realizarse por tal procedimiento.

En vista de esto, se proyectó la instalación de ocho grupos compresores accionados por motores Diesel de cincuenta caballos, lo que, suponiendo cinco martillos en cada uno de los seis frentes de ataque de las galerías, dejaba un sobrante de unos ciento cincuenta caballos para el resto de las aplicaciones.

Ahora bien, como quiera que el montaje de los citados grupos y de las tuberías correspondientes, aun

zarse el empleo del aire comprimido, se atacó, de momento, este servicio con cuatro grupos moto-compresores portátiles de veinticinco caballos y uno de diez y ocho caballos. Aun con todo esto, algunos trabajos, como la destrucción de rápidos en el río, comenzada el día quince de mayo, se hizo al principio barrenando a mano.

Los cuatrocientos caballos de la instalación proyectada se repartieron en dos centrales de a cuatro grupos cada una. El día 29 de mayo se comenzó la explanación para emplazamiento y cimentación del pabellón núm. 1, y el día 24 de junio comenzaba a prestar servicio. El segundo pabellón empezó a funcionar el 19 de agosto.

También han sido de accionamiento por aire comprimido cuatro aguzadoras, tres frente a las bocas de los túneles y una para el servicio general; los hornos de aceite para las mismas y los ventiladores instalados en los avances de las galerías.

La longitud total de tubería rígida instalada en el mes de septiembre, en que se hallaba en funcionamiento la totalidad de la instalación, ha sido de 1 350 metros.

Instalación de elevación de agua.—Esta instalación



Interior de la central de compresores núm. 1



Caseta de bombas (posición de estiaje)

realizado con la rapidez que después se indica, no podía terminarse para la fecha en que debía empe-

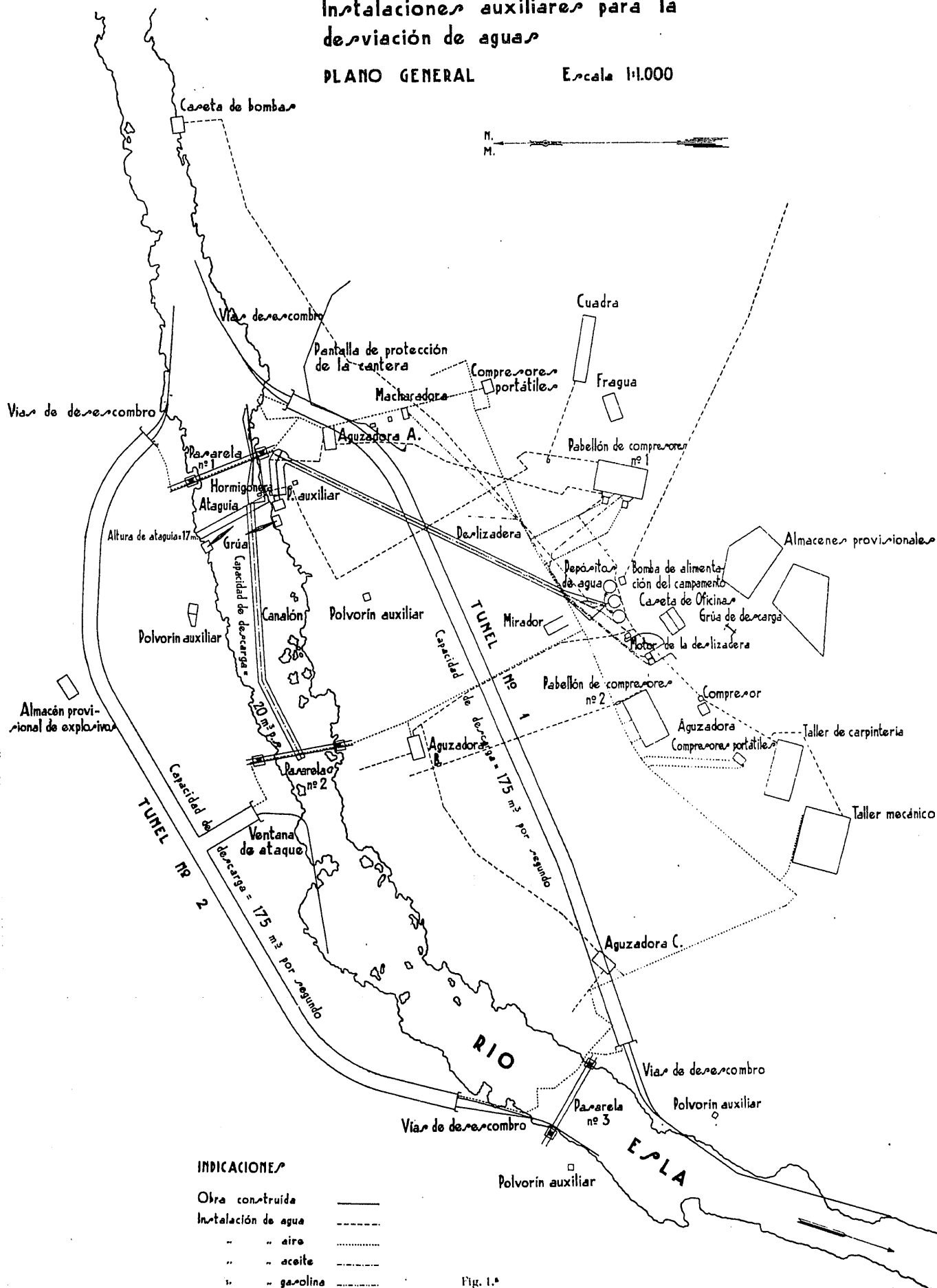
¹ Véase el artículo del número anterior, pág. 441. En él se decía que el volumen excavado en los túneles era 8 500 m³ y debía decir 18 500 m³, errata seguramente subsanada por los lectores dada la longitud y sección de dichos túneles.

no es exclusiva de las obras preliminares; pero sí necesaria para las mismas, por lo cual su montaje se comenzó al mismo tiempo que ellas y presta servicio desde el día 10 de julio.

Consiste, en esencia, en dos bombas centrífugas situadas en la misma orilla del río, a unos 100 metros aguas arriba de las bocas de las galerías, accionadas por motores de gasolina de 25 caballos y con una capacidad de 50 metros cúbicos-hora, que elevan el agua desde la cota 595 a la 690, en la que están situados tres depósitos de 27 metros cúbicos de cabida cada uno, y de los que arranca la tubería de distribución de los distintos servicios. Una segunda elevación, rea-

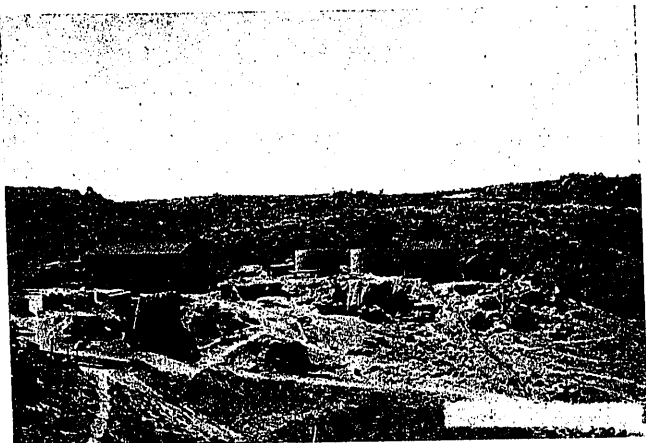
PLANO GENERAL

Escale 1:1.000

Fig. 1.^a

lizada por una bomba de émbolo de 10 metros cúbicos-hora de capacidad, conduce el agua de los mencionados depósitos al de abastecimiento del barrio obrero, de 100 metros cúbicos de cabida y situado en la cota 740.

Como esta misma agua ha de servir para la bebida y usos domésticos del citado barrio, fué estudiada en su aspecto de potabilidad, y como consecuencia de tal estudio, se decidió la instalación de un aparato depurador por la cloramina, intercalado entre los dos depósitos, haciendo así el primero el papel de de-



Depósito de decantación de agua y caseta de oficinas

pósito de decantación, y el más elevado de depósito de regulación. Este, que, como decimos, no almacena sino agua depurada, va convenientemente cubierto; de este modo la totalidad del agua que se sirve al campamento está depurada, con lo cual, y aun a costa de un exceso en la cantidad de agua depurada, se evita el que, por falta de cuidado, pudiera ser empleada para bebida agua en malas condiciones de potabilidad.

En la actualidad se está procediendo al cambio de sitio de los depósitos de decantación para acordarlos a las nuevas instalaciones que la construcción de la presa requiere; pero en nada varía, en esencia, el esquema indicado.

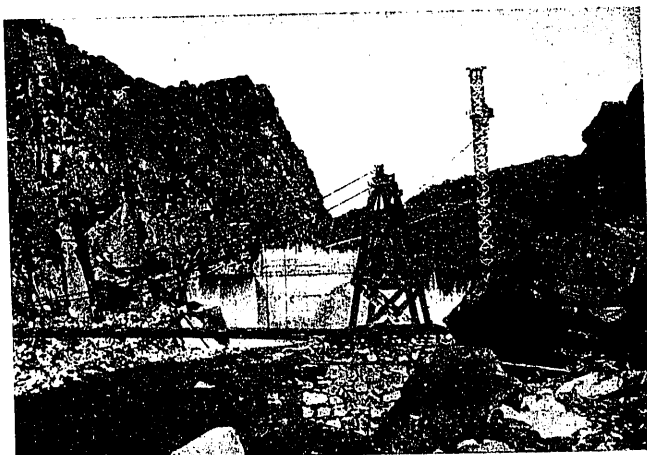
Las bombas situadas junto al río (cota 595) quedan anegadas en el embalse creado con la construcción de la atagüa, y aun sin esto, por las avenidas ordinarias del río, por lo cual han sido sustituidas por dos grupos móviles montados sobre carretones, que ruedan sobre un plano inclinado, con lo que fácilmente se varía su situación respecto al nivel variable de las aguas. Estos grupos de pequeña potencia (4 caballos) requieren un depósito y una elevación intermedia, que se realiza por otros grupos de bombas (las mismas que antes estaban junto al río) en la cota 625.

Caminos y accesos.—Al dar comienzo los trabajos el día 15 de mayo, lo primero que se requirió fué la construcción de una pista que enlazara la carretera de Zamora a Alcañices con las obras, separadas de ella unos 2 kilómetros, ya que la variante de la citada carretera exigida por la construcción del embalse, y que la desvía para hacerla pasar por la coronación de la presa, empezada en la misma época, no estaba en condiciones de prestar servicio, en su trozo de la margen izquierda, hasta el otoño.

Además de esta pista, se hacía preciso construir caminos para tener accesos a los distintos puntos de

las obras; caminos que, si bien de corta longitud, presentaban la dificultad inherente a lo escarpado de las márgenes del río, dificultad que en ocasiones obligó a la construcción de caminos de madera clavados materialmente en dichos escarpes. También se construyó, como camino más importante, por lo que a su longitud y anchura se refiere, el que comunica las obras con el almacén de explosivos, situado, como es lógico, suficientemente alejado, tanto de aquéllas como de los pueblos de Ricobayo y Muelas del Pan.

El paso del río y unión de los caminos de una y otra margen se ha realizado por medio de tres pasaderas colgadas, de 30 metros de luz y 2 metros de anchura, capaces de soportar una sobrecarga de 400 kilos por metro cuadrado. Tales pasaderas se reducen a unos pilones de madera empotrados en fábrica y a



Atagüa en construcción durante una crecida y pasadera núm. 2

una sencilla suspensión de cables y péndolas que sostienen dos vigas longitudinales de madera sobre las que apoyan los trozos de tablón que constituyen el piso.

El transporte de materiales y maquinaria desde la margen alta del río, cota 690, al fondo del mismo, cota 692, fué comenzado (dado que todas las obras fueron acometidas a la vez) por el procedimiento elemental de hombres y rodillos, mientras se construía un plano inclinado para vagonetas. Este plano



Plano inclinado y silos de grava

inclinado, todo él en madera, tiene una longitud de 180 metros, con una pendiente de 40 por 100. Comenzó a prestar servicio a principios de agosto.

Instalación de hormigonado.—El sistema escogido para la colocación del hormigón en la ataguía ha sido el de torre elevadora y canaletas.

El dibujo de la figura 2.^a, que señala la disposición

cienta para el transporte de la grava por medio de canales de madera. En el mismo plano de la cantera está situada la boca de la machacadora, de mandíbulas, movida por un motor de gasolina de 80 caballos.

La arena se obtenía directamente de unos arenales existentes en la zona alta de la obra y se tamizaba por distintas cribas, para eliminar el polvo y obtener granulación diversa, que se mezclaba según los resultados que se iban obteniendo en los ensayos de laboratorio. El transporte hasta la hormigonera se efectuaba por medio de un canal de madera forrado de chapa y adosado a uno de los costados del plano inclinado.

No dejará de extrañar el criterio seguido en todas las instalaciones, que ligeramente hemos reseñado, respecto a la multiplicidad de motores de gasolina accionando los respectivos mecanismos. Evidentemente, la centralización de toda la fuerza y su distribución en

forma de energía eléctrica hubiera resultado más conveniente y económica (así se hará para las instalaciones definitivas de la construcción de la presa, que en la actualidad se están estableciendo, y para las cuales se instala una central de 3 000 CV Diesel); pero hay que tener en cuenta que la necesaria rapidez que estas obras preliminares y el corto lapso de tiempo que ha transcurrido entre la decisión de ejecutarla y su realización no permitía sino la adopción de medios que, aparte de encontrarse con facilidad en el comercio, fueran de rápido montaje y pudieran prestar servicio inmediatamente.

El torno de elevación del cangilón dentro de la torre, así como el movimiento de la hormigonera, están accionados por los correspondientes motores de gasolina. La capacidad de la hormigonera es de 600 litros y la duración del ciclo del hormigonado de tres a cuatro minutos, o sea un rendimiento horario de colocación de hormigón de 7 metros cúbicos. Esta cifra no ha podido ser alcanzada de una manera permanente por la inevitable pérdida de tiempo originada por las interrupciones en las canaletas, debidas al empleo del hormigón de consistencia no muy fluida, al objeto de no disminuir resistencias.

Como cantera se ha utilizado la trinchera de toma de agua de la obra definitiva. Situada en la cota 640 y la hormigonera en la 603, se disponía de altura sufi-

ciente para el transporte de la grava por medio de canales de madera. En el mismo plano de la cantera está situada la boca de la machacadora, de mandíbulas, movida por un motor de gasolina de 80 caballos.

Barrio obrero.—Aunque no corresponde propiamente al grupo de obras preliminares, pues, aun con toda la actividad desplegada, no podrá ponerse en servicio hasta fin de año, como su construcción se ha simultaneado con las citadas obras, terminaremos

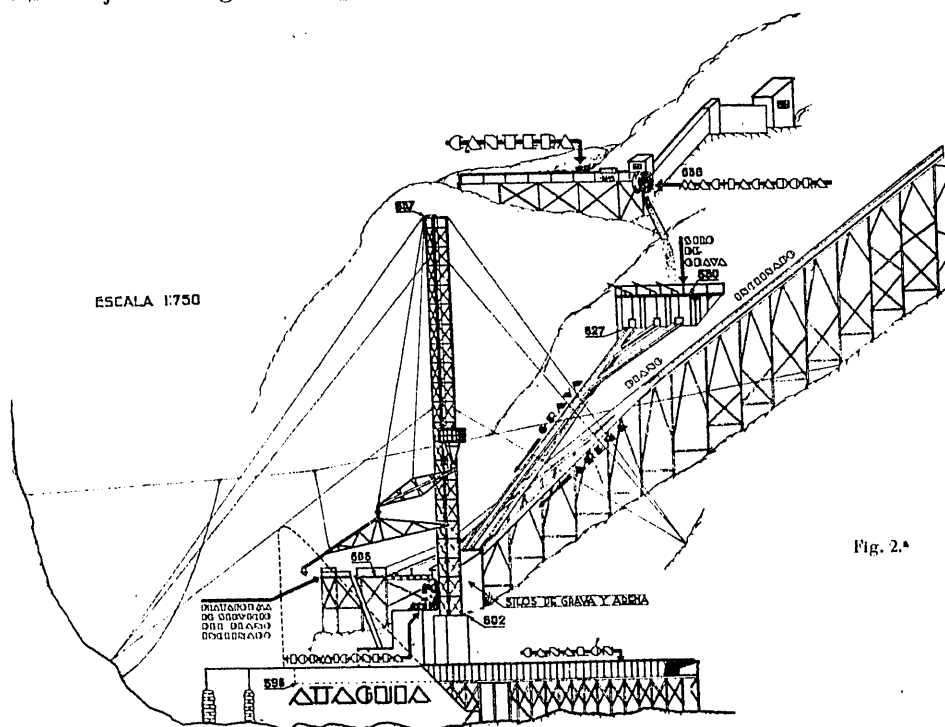
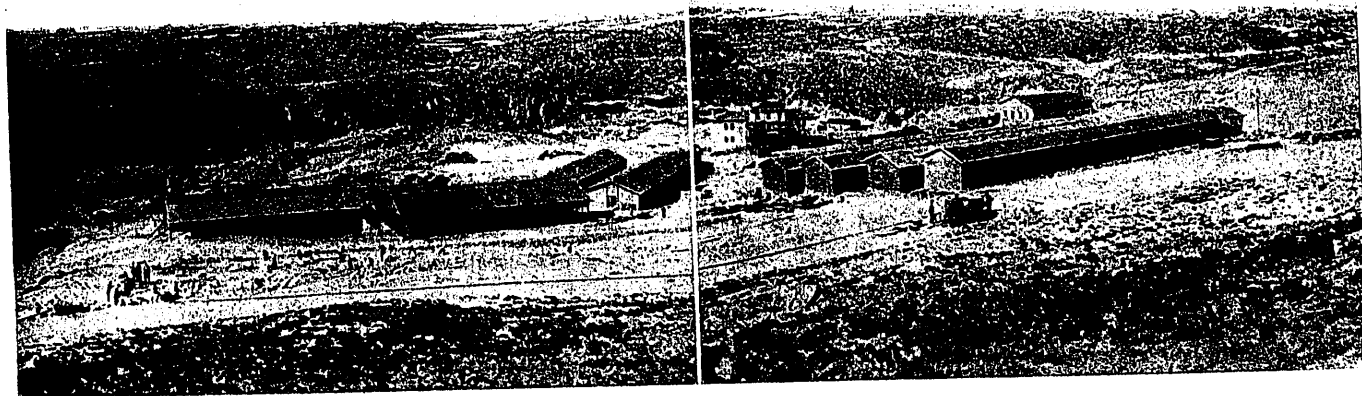


Fig. 2.^a



Vista general del barrio obrero

estas notas con la reseña de algunos datos acerca del mismo.

Se han construido dos pabellones de solteros para 100 plazas cada uno; 10 pabellones familiares para 10 viviendas cada uno y cuatro pabellones mixtos, a modo de *repúblicas*, en los que un matrimonio puede tener como huéspedes a 10 obreros; con lo cual, aparte de administrarse éstos más a su gusto, se evita la aglomeración de hombres en un mismo pabellón, que ni a ellos agrada, ni es la más conveniente. Estos pabellones mixtos son capaces cada uno para 10 de las citadas repúblicas.

Desde primeros de octubre funciona un Economato

y desde agosto un Comedor, en el que voluntariamente se proporciona desayuno, comida y cena a los obreros, al precio de 2,50 pesetas.

En construcción, actualmente, están los edificios siguientes: escuelas, iglesia, sala de espectáculos, lavaderos y duchas.

Estos pabellones se hacen de madera, con doble tabique, y son desmontables, para su utilización en las sucesivas obras de la Sociedad.

Con carácter permanente se levantan tres edificios: casa Dirección, Administración y Hospedería, que, una vez terminadas las obras, servirán para alojamiento del personal de explotación del Salto.

Manuel ECHANOVE
Ingeniero de Caminos

Sobre la dosificación de hormigones

Así como en los Estados Unidos hace veinticinco años, en la época en que se construyeron muchísimas obras de gran cubo de hormigón, los técnicos se encontraron ante la necesidad de un método racional para la dosificación, algo que les permitiera el no ir a ciegas en el empleo de volúmenes cuyo orden de unidades hasta ahora sólo hemos empleado al hablar de obras americanas, en el momento actual les corresponde a los técnicos españoles.

Y si aquéllos se decidieron por la investigación, la experimentación en los laboratorios, algo parecido es lo que aquí se impone.

Empezaron los americanos por los laboratorios al pie de obra y obtuvieron como resultados las experiencias sobre densidad del hormigón y resistencias de vigas, hechas en Little Fall, N. J., y siguieron las de William B. Fuller y Sanford E. Tompson, hechas para las obras de abastecimiento de Nueva York y cuyos notables resultados resumieron en la Memoria presentada en 1907 a la American Society of Civil Engineers, y cuyas conclusiones sobre la dosificación del árido son las que han servido de base a todas las investigaciones posteriores, y aún hoy día están en vigor.

Visto el éxito obtenido por la experimentación, los laboratorios adquieren importancia y se desarrollan hasta el punto de que Mr. Duff A. Abrams, como resultado de 50 000 ensayos realizados en Lewis Institute, de Chicago, publica su método de dosificación racional, estudiando el papel que juega en el hormigón cada uno de sus componentes, y haciendo depender la resistencia de la relación agua-cemento.

Un resumen de estas teorías, y como resultado de una serie de experiencias para cementos españoles, realizadas en nuestro Laboratorio de Alumnos, es el artículo publicado por el autor en el número de 1.º de enero del pasado año.

Posteriormente aparece la teoría de Bolomey, que se funda también en considerar la resistencia del hormigón como dependiente de la relación agua-cemento, pero que en lugar de estudiar la consistencia por el aplastamiento de un cono de hormigón, como hace Abrams, lo que tiene en cuenta es la densidad del hormigón.

Este es el estado actual de la cuestión, y parece que después de toda esta serie de aproximaciones sucesivas ya no quedaba nada por hacer; pero no es

así, porque el que se haya dedicado a estos estudios habrá tenido ocasión de comprobar que la prueba de aplastamiento no es una cosa definitiva, puesto que el aplastamiento puede conseguirse con agua, y, en cambio, el hormigón ser de aspecto terroso, que no correría por una canaleta. Y la prueba de densidad tampoco nos dice nada concreto.

Yo propongo, y en este sentido orientamos nuestras actuales experiencias, hacer la prueba de consistencia, por el ángulo que es preciso que forme una canaleta de determinadas dimensiones, para que el hormigón corra por ella.

Pero aún hay más; la idea generalmente admitida para el hormigón es que la arena rellena los huecos de la grava, el cemento los de la arena y el agua los del cemento, y que luego hay un exceso sobre la cantidad necesaria para rellenar huecos, y sobre este exceso, y su importancia, es sobre lo que no está nadie de acuerdo, y no tiene nada de particular, puesto que la idea fundamental no es exacta.

Nosotros hemos hecho la siguiente experiencia: tomamos cemento de densidad aparente $\delta = 1,01$, y de densidad real $d = 3,12$, y determinábamos el volumen de huecos que dejaba un determinado volumen de cemento.

Llamando V_r = volumen real, V_h = volumen de huecos y V_a = volumen aparente, podemos escribir:

$$\left. \begin{aligned} V_a \cdot \delta &= V_r \cdot d \\ V_r + V_h &= V_a \end{aligned} \right\} V_h = V_a \left(1 - \frac{\delta}{d} \right) = 0,68 V_a$$

Si al volumen de cemento le añadimos un volumen de agua igual al de huecos, el de cemento no variaba; si el volumen añadido de agua era mayor, el resultante era el de cemento, más el exceso del volumen de agua sobre el de huecos, y si el volumen de agua añadido era menor que el de huecos, en lugar de rellenar algunos, dejar otros vacíos y el volumen ser el primitivo de cemento, como ocurriría de ser cierta la anterior definición del hormigón, había una contracción de volumen y al hacer las operaciones (pues para mayor seguridad las mediciones se hicieron por pesada) nos encontramos con que el volumen resultante era en todos los casos la suma del volumen absoluto de cemento y el de agua, lo que nos permite dar para el hormigón la siguiente definición: *El cemento va sumergido en el agua, la arena*