

nes presentadas, ha parecido lo más acertado proceder como lo hicieron en su tiempo otros Comités de carácter análogo al nuestro—el suizo en 1912, el alemán examinando la cuestión dos veces, antes y después de la guerra europea, el sueco igualmente, antes de sus dos etapas de electrificaciones, etc.—, o sea, hacer un tanteo con corriente monofásica en algunas de las líneas cuya electrificación se propone, analizando los datos de precios que para este estudio se aporten. Esta fórmula, propuesta por el excelentísimo señor conde de Guadalhorce, a cuyo alto espíritu, entusiasmos e iniciativas en pro de las electrificaciones, como de cuanto contribuyese al desarrollo de la riqueza pública debemos hacer honor, fué aceptada por los representantes de las Compañías ferroviarias en el Comité asesor, conviniéndose hacer preferentemente dicho tanteo en las electrificaciones de la Red Catalana de la Compañía M. Z. A., a propuesta del Comité técnico, porque estando previsto emplear en ellas numerosos coches automotores, con frecuentes arranques y paradas en tráfico interurbano, para lo que no se adapta tanto la corriente monofásica, según los propugnadores de la continua, ha querido el Comité patentizar así la estricta objetividad que en este asunto le guía. El estudio en cuestión se lleva actualmente a cabo y no se hará esperar mucho su terminación.

La Comisión de vías férreas estimó oportuno prescindir de él, omisión no criticable, por cuanto respondía a su criterio cerrado de superioridad del sistema de corriente continua sobre el de monofásica y al de la necesidad de no cambiar el sistema y normas adoptadas por la Compañía del Norte para la electrificación parcial de sus líneas. El Comité no ha compartido esta opinión, porque si es cierto, según creencia general entre los técnicos especializados en materia de tracción, que todos los sistemas cuando se ejecutan debidamente son aceptables, y si lo que impide el desarrollo de las electrificaciones hasta en países ricos en recursos de todo género, como Norteamérica, es su coste, parecía natural inclinarse hacia el que resultase menos oneroso y se adapte mejor a la topografía de nuestro suelo, densidad y distribución de población, a nuestra economía y a las condiciones irregulares y más bien desfavorables, por lo que respecta a su cuantía, del tráfico ferroviario español.

El precedente de las *electrificaciones ejecutadas en ferrocarriles generales españoles* no es, ciertamente, circunstancia despreciable, para la solución final; pero no hay que concederle una importancia desmedida, porque si se excluye la electrificación de la Rampa del Pajares, que constituye un caso especialísimo, cuyas características se apartan de las ejecutadas después por la misma Compañía del Norte, y la de Moncada-San Juan de las Abadesas, que se convertirá en tramo independiente por la adopción del ancho de vía internacional, no llega a 200 kilómetros lo electrificado con corriente continua a 1 500 voltios, con un gasto aproximado de 60 millones de pesetas, electrificaciones que, por otra parte, no habría necesidad de transformar, y cuyas cifras representan fracciones reducidas de los 4 000 kilómetros de vía sencilla, con 1 000 millones de pesetas de coste, para los cuales recomendaba nuestra antecesora se estudiase la electrificación.

En conclusión, la duda que experimenta el Comité, respecto al sistema de electrificación más conveniente, entiendo, por las razones expuestas, que está justificada, y no constituye algo nefando de que tenga que arrepentirse. Podrán estar conformes en cuanto a esa cuestión, según afirma el Sr. Sánchez Cuervo, los principales interesados en las electrificaciones de nuestros ferrocarriles: Compañías propietarias, productores de electricidad, constructores y representantes de maquinaria nacionales y extranjeros; pero los Poderes públicos o el país, que es, en fin de cuentas, el que habría de pagar los 500 a 1 000 millones de pesetas a que ascenderían las electrificaciones previstas en el Plan general, también tiene derecho a que sin impaciencias se le escuche. El Comité, organismo oficial suyo, al proponer, siguiendo sus ideas y cumpliendo órdenes recibidas, un estudio técnico-económico, que al parecer excita los nervios, ha creído, con acierto o error, servir el interés público, procurando, de acuerdo con lo que le impone su misión, dar al complejo problema de las electrificaciones ferroviarias, en cuanto lo permita el estado actual de su técnica, una solución eficaz, económica y susceptible de amoldarse a la estructura y desarrollo de nuestro tráfico, no olvidando, sino, por el contrario, tratando al mismo tiempo de aunar cuantos intereses legítimos, no incompatibles con los generales, intervienen en la cuestión.

Diego MAYORAL

Presidente, ingeniero jefe del Comité Técnico de Electrificación de Ferrocarriles

El Cuarto Depósito de Aguas de Oviedo y algunas consideraciones más

Con fecha 1.º de agosto de 1928 se publicó en esta REVISTA mi primer artículo, referente a la construcción en esta capital de un Cuarto Depósito de Aguas, de características totalmente diferentes de las que suelen adoptarse, y que respondía a las tres exigencias para mí más fundamentales:

1.º Ser exclusivamente un depósito de aguas, es decir, su estructura estudiada precisamente para ese fin.

2.º Que resultara ingenieril y arquitectónica, a ser posible, y eso se vió que podía ser con creces.

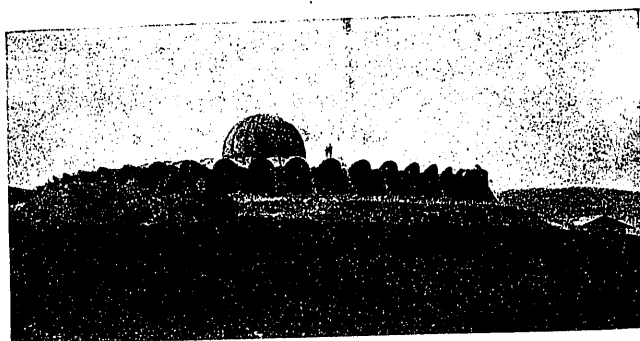
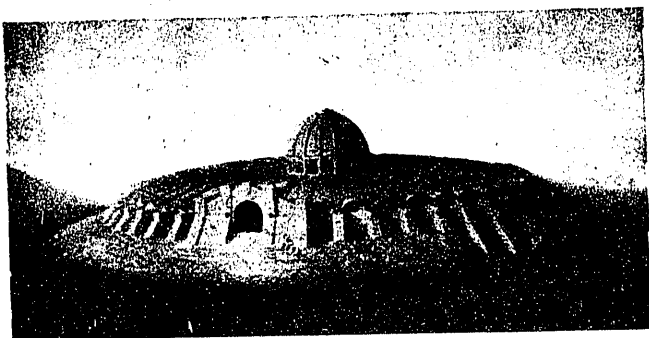
Empecé dispuesto a desechar todas las disposiciones que lo mismo pudieran servir para un café que para levantar una mezquita como la de Córdoba... (Lígera indirecta hacia las columnitas.)

3.º Obtener un conjunto todo lo más constructivo posible.

Excusado está que se diga, que de la buena mezcla de estas tres condiciones sale la 4.ª, consecuencia pura de ellas, cual es la de resultar una obra económica. Esto es evidente, porque hacer las cosas bien cuesta, generalmente, menos dinero que hacerlas mal...

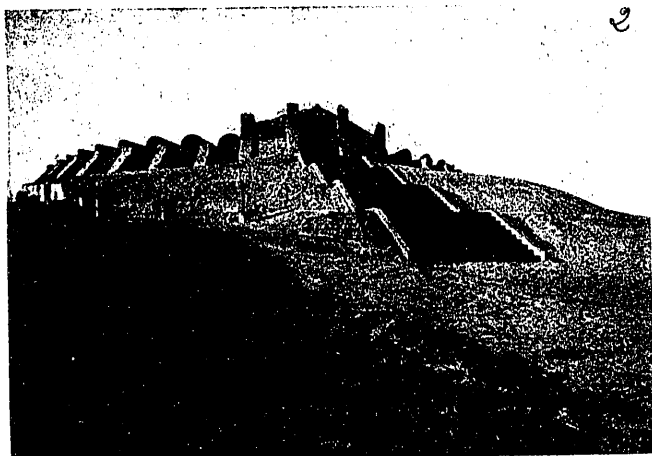
Creo que el Cuarto Depósito de Aguas de Oviedo reúne estas condiciones, y por eso le ha costado al Ayuntamiento 200 000 pesetas menos (de un presu-

Esto hace ver que el ingeniero, aunque sólo sea por la influencia del medio ambiente, debe procurar abandonar las tendencias conservadoras, de so-



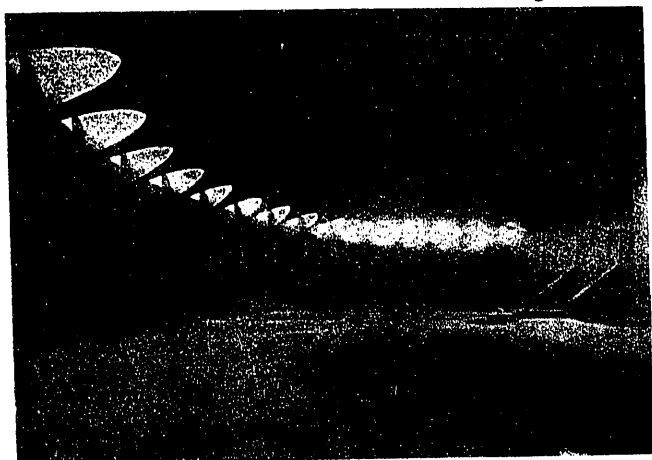
Fot. 1.ª He aquí las fotografías de la maqueta y de la obra construida. Será difícil distinguir cuál de los dos es el verdadero depósito

puesto de 600 000 pesetas) que el similar de la misma capacidad que se hubiese construido con las clásicas disposiciones, de forma rectangular, muros de



Fot. 2.ª Y al final de una amplia avenida comienza la gran escalinata que nos remontará hasta el templo del agua

recinto de gravedad y cubierta corriente de hormigón armado, pilares, vigas, viguetas y forjado. Sin



Fot. 3.ª El interior, amplísimo y diáfano, iluminado por un collar de 48 perlas de luz, nos hace ver que las columnas clásicas no son imprescindibles. En el fondo, el tabique divisorio, sin pasillo

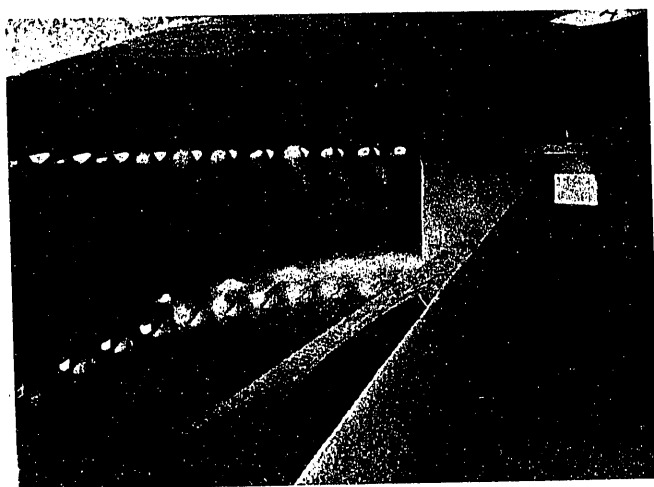
embargo, esta última disposición nadie podría decir que era mala; pero ha resultado no ser buena, por existir otra indudablemente mejor.

bra sabidas, y que no pueden dar más de sí. Es en nuevos horizontes donde hay que buscar el ideal que nunca se alcanzará, dando la cara con valentía y defendiendo la libertad de acción (que por ser otro ideal, trabajo nos va a costar alcanzarla) contra el arraigado mal de la rutina y los medrosos de ánimo.

Y basta de exordio.

Decía que había publicado un artículo con el suficiente detalle de planos para que el lector se diese cuenta exacta de la obra, acerca del Cuarto Depósito de Aguas que iba a construirse en Oviedo.

Hoy, ya la obra terminada y probada, voy, en breves líneas, a dar cuenta de las particularidades más interesantes observadas durante la ejecución.



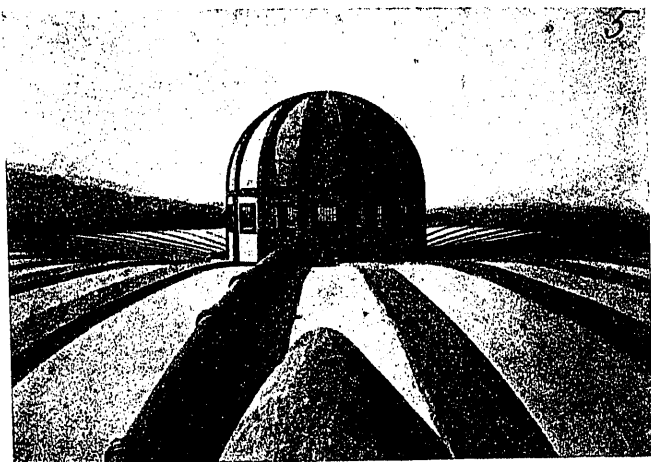
Fot. 4.ª Otra vista del interior, en el que se aprecian las toberas de entrada del agua por la cubierta, alrededor del anillo central. La cámara de llaves en el fondo

La construcción teórica de la obra no ofrecía dificultades de ningún género. Sin embargo, ¿resultaría práctica la construcción de la superficie tórica de la cubierta mediante las cimbras giratorias de 20 m de luz? Esta duda quedó completamente desvanecida. La realidad, en este caso, fué sumamente benévola. Las cimbras giran, con una facilidad apenas imaginada, con el esfuerzo sólo de cuatro hombres.

Hay que advertir que se procuró que estuviese perfectamente ejecutada, así como los elementos de rodadura. La elevación para ponerla en posición se realizó con una pareja de cuñas por rueda, de madera ligeramente engrasada, ejecutando la operación inversa para el descenso a golpes de mazo.

En las fotografías puede apreciarse con detalle todas las particularidades más interesantes.

Se emplearon dos cimbras, colocadas diametralmente; cada una constituía un sector de $\frac{1}{24}$ de la cubierta, es decir, que entre las dos sumaban $\frac{1}{12}$ de la superficie total; por lo tanto, en doce operaciones se construyó la bóveda tórica.



Fot. 5.ª La cubierta del depósito desde las alturas será en el mañana, de habituales viajes aéreos, distintivo inconfundible de una arquitectura peculiar

La duración media de cada cimbrada resultó ser de unos diez días, quedando terminada la cubierta en cuatro meses. Hay que advertir que esa duración de diez días fué la media por golpe de cimbra, pues en repetidas veces bastaron sólo seis.

El hormigón, de 350 kg de cemento, y bien dosificado, permitió el descimbramiento a los tres días del vertido.

No se adoptó ninguna medida particular para correr la cimbra, pues lo hacía simplemente sobre la misma solera de hormigón, toscamente enlucida.

La ejecución de los tabiques cilíndricos del recinto se realizó también con gran facilidad, con moldes de madera forrados de cinc.

Y de todo lo que antecede se deducen las tres enseñanzas de la obra:

1.ª La conveniencia técnica y económica de sustituir los muros del recinto de gravedad por la solución racional de contrafuertes y tabiques cilíndricos, sumamente constructiva y que ofrece toda clase de garantías. De esto resulta el mayor ahorro de la obra.

2.ª Los muros divisorios pesados deben reemplazarse también por pantallas de hormigón armado que resultan tan eficaces como aquéllos y son una solución más elegante y económica, estudiando, claro está, para ellos, en cada caso, una cimentación racional.

3.ª La de haber demostrado prácticamente que una superficie, por grande que sea, puede cubrirse fácilmente mediante superficies tóricas de gran luz em-

pleando cimbras giratorias que eliminan los antipráticos y costosos encofrados de las clásicas disposiciones

Evidenciando que la cubierta puede resultar muy económica, a pesar de las grandes luces, por la posibilidad de afinar espesores, ya que puede hacerse que trabaje en inmejorables condiciones debido a que la forma de sus arcos es el funicular exacto de las cargas, exigiendo únicamente la precaución de comprobarlos al pandeo.

Es interesante hacer constar que la cubierta se calculó para una sobrecarga de tierra, como es corriente en estos casos. Pero habiendo comprobado en el pasado verano que en el interior del depósito apenas hubo oscilaciones de temperatura, resolví dejar la cubierta tal como está en las fotografías, por el momento.

Conforme se había previsto, y muy aproximadamente cada 20 m, medidos en la periferia, aparecieron grietas radiales que demostraron la necesidad de unas juntas de dilatación según los radios. En los nuevos depósitos que tengo en construcción y en proyecto, entre ellos el de Mieres, que precisamente es un semicírculo para adaptarse bien a la media ladera, y con arcos de 28 m de luz, ya están logradas las juntas con sólo disponer dos arcos independientes a tope y sobre un mismo contrafuerte, rellenando de asfalto la separación. En éstos se suprime la articulación en la clave empleada en Oviedo, porque, realmente, en arcos de esa elasticidad y conforme a las indicaciones de Peña, el maestro, no será necesaria, economizándose todo el dinero empleado en ellas.

La obra resultó ser sumamente constructiva, lo que unido al aspecto ingenieril y arquitectónico del conjunto, y mucho más una vez construida, por



Fot. 6.ª Las superficies tóricas, de nervios exteriores, con sus cimbras giratorias para su construcción, nos demuestran ser las superficies ideales para emplear en ellas el hormigón armado

la gran diafanidad alcanzada (dos mil metros cuadrados sin una sola columna), hace que honrada y sinceramente recomiende este sistema a mis distinguidos compañeros, en la seguridad de que sería mi mayor recompensa si por ellos fuese aceptado.

Otra de las particularidades de la obra es la de

resultar sumamente alegre (véanse las fotografías), y en eso puse especial cuidado.

No sé por qué regla de tres, los depósitos de aguas

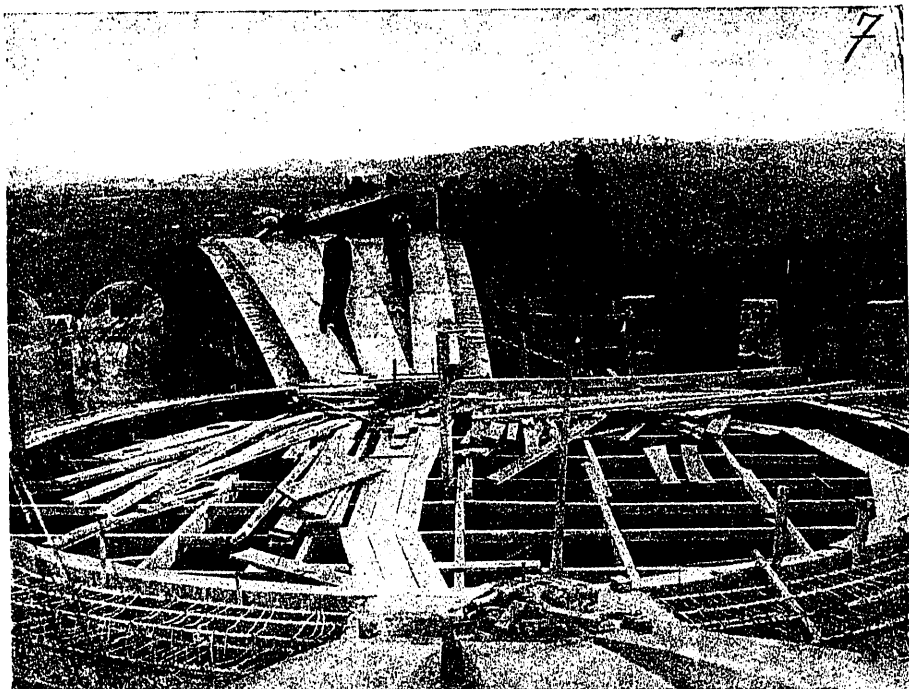
mí sea la única; será una de tantas, pero ha nacido del buen deseo de hacer algo más que lo que hasta la fecha generalmente se hace: Escarbar y plantar arbolitos artificiales..., cuantos más mejor.

Pero fuera de este orden de ideas, sentimentales si se quiere, está el supremo argumento del dinero, y esto sí que no admite discusiones y menos en los tiempos que corremos... Es decir, que las clásicas disposiciones son malas y caras, frente a las nuevas, que, satisfaciendo al espíritu, son más económicas.

Y volviendo a nuestro tema, momentáneamente abandonado, diremos que el coste de la obra no llegó a 400 000 pesetas, siendo la cantidad presupuesta para el depósito rectangular clásico, de 600 000 pesetas, existiendo, por lo tanto, una economía de 200 000 pesetas, conforme se había previsto, ya que en la construcción no hubo ningún aumento de obra.

Y, para terminar, diré que el tipo de depósito sistema IV de Oviedo se presta, como es natural, y como se demostrará en un próximo artículo, para hacerlo en toda

clase de capacidades, quiero sentar bien este extremo, lo mismo de 10 000 m³ (el de Oviedo) que para volúmenes mucho mayores, pues por la especial disposi-

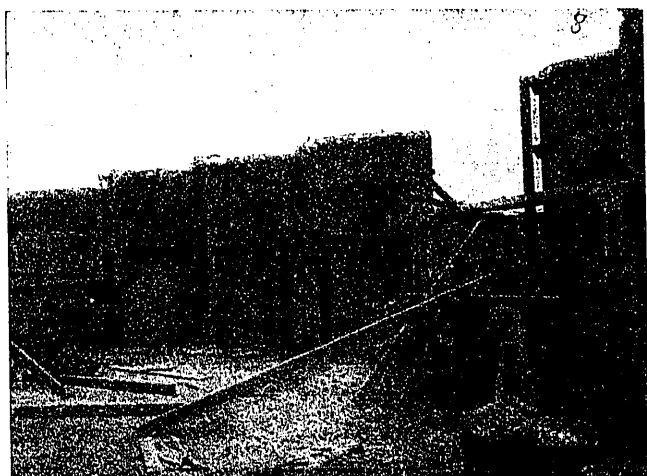


Fot. 7.ª El anillo resistente, clave de toda la estructura de la cubicación

forzosamente tienen que ser tenebrosos. No concibo eso de que produzca verdadero pánico el tener que visitarlos.

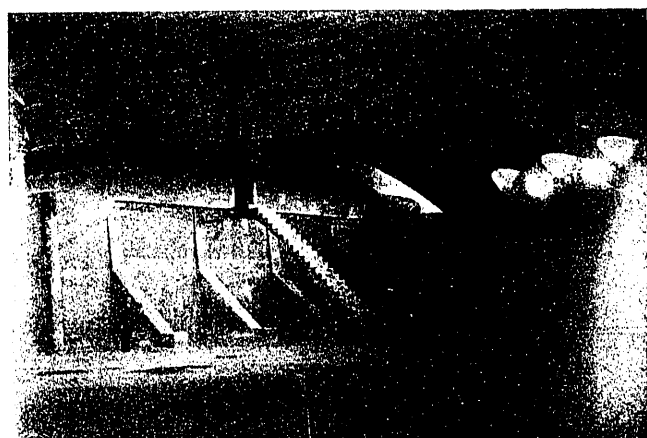
¿Pero es que la luz es perjudicial? Así parece; a los dos elementos esenciales de la vida, luz y aire, no se les permite la entrada libre en los depósitos de agua. Tal vez para que no se vea cómo están contruidos... Y aquí está la gran injusticia, porque precisamente estas obras, como ninguna, debiera la población poder mostrarlas con todo el orgullo que hiciera comprender que *aquello* representaba para ella su propia existencia...

Por esto es preciso tratar con más cariño esta clase de construcciones, verdaderos templos del agua;



Fot. 8.ª Los tabiques cilíndricos de recinto, en sustitución de los muros de gravedad, producen en la obra considerable economía a la vez que completan su aspecto ingenieril

hay que velar más por su arquitectura, que puede resultar característica e inconfundible. No pretendo, y sería necio que lo creyese, que la presentada por



Fot. 9.ª El tabique divisorio de entrada con pasillo, para una carga de agua de cinco metros, y la escalera de acceso, que no desdice del conjunto de la construcción

ción de la cubierta con arcos funiculares con estabilidad propia, independientes unos de otros, es el sistema ingenieril que mayores seguridades constructivas ofrece, pues hace *totalmente imposibles* las catástrofes por hundimientos en masa de toda la obra, por ser imposible su propagación, permitiendo afinar buenamente espesores, lo cual sería temerario en esos depósitos, pasables hace treinta años, que son verdaderos modelos de repoblación forestal..., y que en ciertas ocasiones, cuando se construyen, se da el caso peregrino y paradójico de recurrir a soluciones anti-ingenieriles para que su autor pueda tener tranquilo el espíritu.

L. SÁNCHEZ DEL RÍO,
Ingeniero de Caminos