

Abastecimiento de aguas de León

I

Voy a describir en este artículo ligeramente las condiciones del Proyecto de Abastecimiento de Aguas de León que tuve el honor de redactar en unión de mi querido jefe, el inspector general del Cuerpo de Caminos, D. Ramón de Aguinaga, cuyo brillante historial en asuntos hidráulicos y su dilatada práctica, que no tengo por qué encarecer, fueron grandes guías para la acertada resolución de problemas que, tanto en el Proyecto, como luego en la ejecución de las obras,

que solicitara la concesión como empresa para que el milagro se realizara tras no pocas dificultades e inconvenientes y tras no pocas amarguras que me tocó sufrir hasta ver constituida la Sociedad de Aguas de León y las obras comenzadas. La experiencia de lo que me ha ocurrido posteriormente en otros abastecimientos y alcantarillados me ha hecho adquirir la certeza de que pocas obras como éstas son de tanta

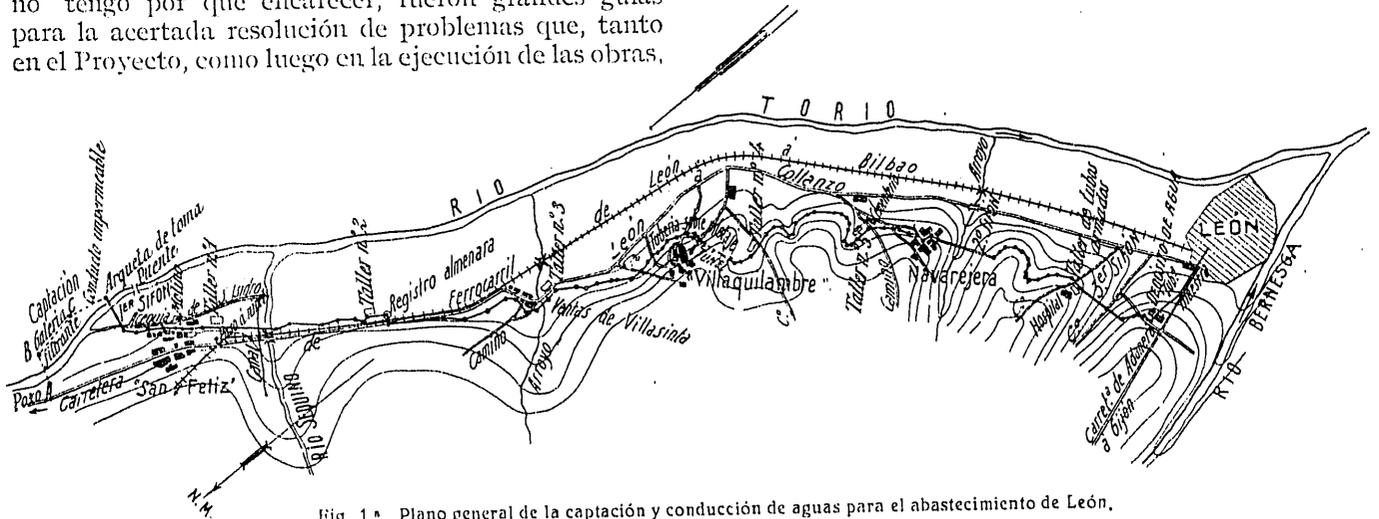


Fig. 1.ª Plano general de la captación y conducción de aguas para el abastecimiento de León.

que también corrió a mi cargo (bajo su inspección en nombre del Ayuntamiento), se me presentaron.

La ciudad de León, cuya importancia histórica todos los compañeros conocen, era un ejemplo típico de poblaciones, como por desgracia hay muchas, que siendo abundante en aguas buenas y emplazada entre dos ríos, el Bernesga y el Torío, que bañan sus pies y que son de gran riqueza en aguas subálveas, por discurrir por cauces eminentemente cascajosos, pertenecientes al terrenodiluvial, en los que se filtran las aguas a la salida de los terrenos de calizas carboníferas que integran la faja de

utilidad para las poblaciones, es cierto; pero pocas son tan violentamente combatidas por los naturales de las ciudades, aunque parezca una paradoja; y lo peor es que esta oposición no es abierta, por temor a la impopularidad que acarrearía, sino solapada y artera, fundándose en el bien de la población.

Hago esta pequeña digresión para que los compañeros que se encuentren en situaciones análogas sepan que es un mal común y se consuelen y cobren ánimos, aunque sólo sea por aquello de que «mal de muchos...»

Las obras de captación, como digo, ya ejecutadas, al hacerme cargo del Proyecto, consistían en un pozo A (fig. 1.ª), emplazado en la margen derecha del río Torío, cuyas aguas eran conducidas a la otra margen por un sifón impermeable de sección cuadrada, compuesto por losas de hormigón; a partir de la cabeza del sifón B se desarrollaba paralelamente al cauce del río una galería filtrante, compuesta también de losas de hormigón separadas verticalmente unos centímetros, por donde penetraba el agua subálvea; a partir del registro C, esta galería se hacía impermeable para que el agua subiera a la



Fig. 2.ª Emergencia de las aguas captadas.

montañas de la cordillera cantábrica, de cuyas estratificaciones dista unos 30 kilómetros, tenía por resolver tan vital problema, pudiendo hacerlo fácil y económicamente, como, por fin, se realizó. A pesar de ser anhelo de todos los leoneses la realización de un buen abastecimiento de aguas, pues no se disponía más que de unos cuantos pozos artesianos, cuyo caudal disminuía en forma alarmante en los estiajes, fué preciso que un particular alumbrara por su cuenta y riesgo aguas subálveas del río Torío en las inmediaciones del pueblo de San Feliz de Torío (figura 1.ª), distante 11 km de la capital, y



Fig. 2.ª Sección de la galería filtrante, según proyecto.

blemente cúbicos, colocados a juntas inciertas o en filas curvilíneas.

VII-B. Empedrados concertados.

Pavimento ejecutado con piedras partidas o cantos rodados empotrados en un cemento.

VII-C. Adoquinados con elementos artificiales.

VII-C-1. De ladrillo.

VII-C-2. De piedra o escoria.

VII-C-3. De aglomerados de piedras con aglomerante bituminoso o hidráulico.

VII-C-4. De asfalto.

VII-C-5. De metal.

VII-C-6. De caucho.

VII-C-7. Varios.

Como puede observarse ha desaparecido la voz ma-

cadam, así como otras varias, si no tan extendidas, por lo menos tan corrientes como alquitranado, riego superficial, tarmacadam, etc., etc. Sería en alto grado deseable que se aceptara con generalidad la nomenclatura adoptada, aunque es de esperar que algunas palabras de las citadas sobrevivan a todos los intentos de anularlas.

Conviene hacer constar que la nomenclatura aceptada es producto de un compromiso entre muy variados modos de expresión, y considerada desde el punto de vista particular de cada país, no resiste a la crítica más benévola.

En sucesivos artículos seguiremos dando cuenta de los resultados a que se llegó en lo referente a unificación de ensayos.

Manuel AGUILAR
Ingeniero de Caminos

Abastecimiento de aguas de León ⁽¹⁾

II

Descrito ya en mi anterior artículo con alguna minuciosidad el proyecto, voy a decir unas cuantas particularidades de la construcción, por si alguna de ellas pudiera servir a algún compañero, aunque tengo la seguridad de que cualquiera de ellos habría resuelto las dificultades presentadas en la misma en mejor forma que la por mí empleada.

Ante todo, indicaré que, habiéndose comenzado las obras en 19 de marzo de 1924, y siendo criterio cerrado el de que el 1.º de septiembre de dicho año, o sea en un plazo de cinco meses, se terminaran, no había

más remedio que organizarse un poco a la americana para construir en ese plazo los 9217 m de conducción, el túnel, los tres sifones y uno de los depósitos.

Se trajeron, pues, cinco moldes metálicos de Grenoble, de núcleo interior conarticulación

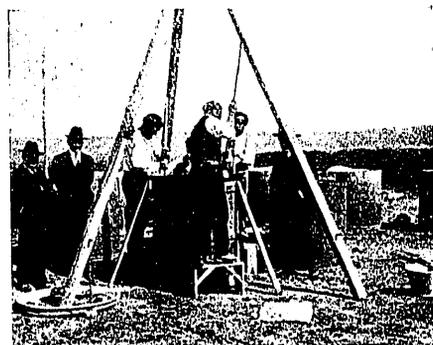


Fig. 11. Construcción de un tubo apisonado.

de paraguas y núcleo exterior de tres sectores, y organicé cinco tajos repartidos convenientemente a lo largo del trazado en sitios donde el agua, los acarreo de arena y cemento fuesen fáciles de obtener, y al cabo de tres semanas se llegaba a la cifra deseada de que cada tajo construyera 20 tubos diarios.

La inspección de las figuras 11 y 12 permite darse idea de la sencillez del procedimiento de fabricación de los tubos con apisonado vertical, ejecutados con mortero tan seco que permitía la extracción del núcleo interior y desmolde externo inmediatamente de terminarse el apisonado, quedando el tubo apoyado sobre una arandela de fundición que servía a su vez de molde a la boquilla inferior; en cuanto a la superior, se hacía con una terraja.

A los tres días los tubos eran tumbados, quedando

así libres las arandelas para nuevos tubos (fig. 13); se les daba una ligera capa de enlucido y quedaban en disposición de ser trasladados y colocados en la zanja.

La colocación es también sencillísima y la junta se reduce a recibir interiormente las boquillas con mortero y hacer luego exteriormente una estrecha faja, de mortero también.

Como a cada brigada de construcción le correspondía otra de colocación, se llegaban a construir y colocar 20 metros lineales diarios por brigada, lo que hacía un total de 100 me-

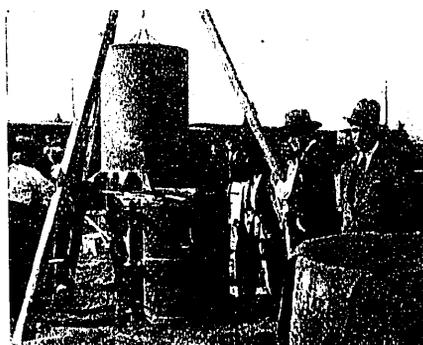


Fig. 12. Desmoldando un tubo. Extracción del núcleo.

tros diarios, longitud indispensable para la rapidez pretendida.

Al abrir la zanja en la ladera del pueblo de Villaquilambre nos encontramos con un terreno que, aparte de ser muy rico en aguas, era enormemente arenofangoso. Habría sido muy expuesto colocar la tubería directamente, y recurrí a apoyarla sobre una losa de hormigón armado, detallada en la figura 14, con pilotes de rollizo en número de dos por metro lineal y calculada sin tener en cuenta la resistencia del terreno. Como,

además, era preciso cortar la corriente de agua atravesada con la zanja, por ser la que alimentaba unas fuentes del pueblo de Villaquilambre, que estaba inmediato, y que se secaron al descender el nivel de

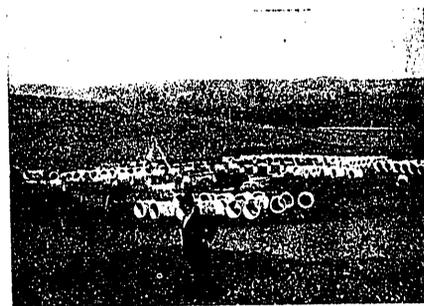


Fig. 13. Vista de un taller de tubos.

(1) Véase el número anterior, página 250.

dicha capa con la apertura de la zanja (lo que originó un serio conflicto con los naturales de aquel pueblo, que creyeron íbamos a meter en *nuestro tubo* su agua), rellené de hormigón la zanja para que constituyese una presa subterránea y las aguas volvieron a emerger en los manantiales, quizá con más caudal.

La perforación del túnel no dió lugar a ninguna sorpresa desagradable, a pesar de tener que recurrir a una fuerte entibación en algunos puntos por causa del agua; el avance se hizo a plena sección, llegando a unos cuatro metros lineales por cada boca y obteniendo un

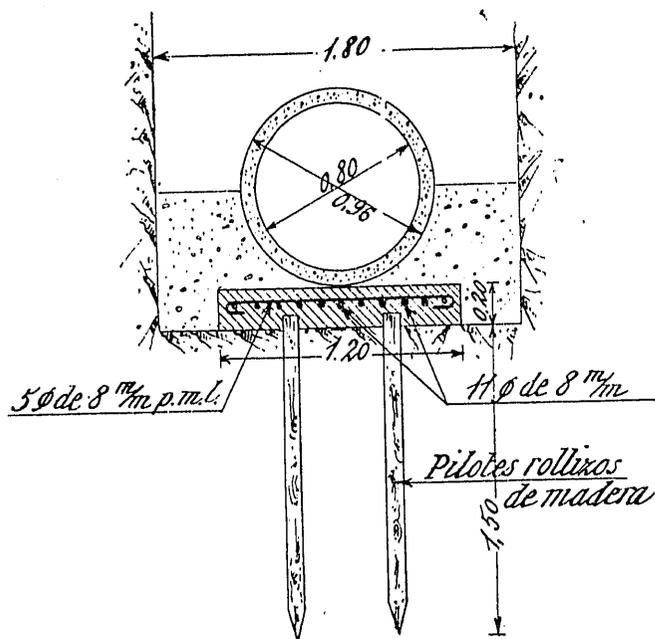


Fig. 14. Tubería cementada sobre pilotaje.

ligerísimo error de alineación de 5 cm en el encuentro de los ejes de las galerías, gracias a las precauciones tomadas para garantizar la alineación por el exterior.

En cambio, en la construcción de los tubos de hormigón armado de los sifones se presentó una grave dificultad que detallaré, porque la juzgo de interés para cuantos se hallen en casos análogos. El armazón metálico estaba constituido, como he dicho, por 10 directrices de 10 mm trabadas a 8 generatrices de 8 mm; esta especie de jaula de ardilla se preparaba en unos moldes de madera, se ataban bien las directrices a las generatrices y el conjunto se introducía en el molde metálico, en el que se vertía luego el mortero de 600 kg por m³ de arena y gravilla y se apisonaba con unas barras, pues ya no se podían usar los pisones. Al proceder al desmolde inmediato, que era condición indispensable para hacer y colocar los 1 073,90 m de sifón en los cuarenta días que tenía de plazo, el tubo *estallaba*, materialmente, abriéndose una grieta circular proximamente a la altura de la tercera directriz desde arriba; hice numerosos ensayos aumentando la fluidez de la pasta hasta el límite que permitía el tener que desmoldar rápidamente, y todo inútil; la fatídica grieta, que penetraba en todo el espesor del tubo, seguía produciéndose, amenazando con imposibilitarme el plan trazado; por fin decidí, casi sin tener seguridad de que aquello me diera resultado, no atar las tres últimas directrices a las generatrices, sino irlas colocando sueltas a medida que el mortero apisonado iba llenando el tubo hasta sus respectivas alturas, y a partir de aquel momento las

grietas desaparecieron y los tubos quedaban perfectamente. ¿Explicación de esto? A mi juicio no es otra que el descenso pequeño que la pasta del mortero experimentaba al desmoldar, descenso poco sensible en la parte inferior del tubo, pero más acentuado en la superior por la menor compresión y mayor fluidez, debida al reflujo del agua, producido por los apisonados inferiores; como en este descenso el mortero no era acompañado por los cercos o directrices, por su sujeción a las generatrices se producía la separación del mortero y del cerco, y, por consiguiente, la grieta; al dejar libres los cercos superiores, éstos descendían juntamente con el mortero y la grieta quedaba evitada.

Los anillos armados se hacían aparte, sin que en su construcción se presentara dificultad alguna. En la figura 15 se detalla el taller de tubos armados para los sifones.

La colocación de los tubos y anillos fué también sencilla, pues la única variación sobre los de la conducción era el tener que prever espacio para colocar el anillo sobre el tubo ya sentado, a fin de dejar sitio para poder recibir la junta de los dos tubos con mortero, y una vez hecho esto se corría el anillo a su posición definitiva, y entonces se recibía con mortero, dejando unas estaquillas de madera de trecho en trecho; por un orificio que se dejaba en la parte superior del anillo se vertía luego la lechada, vigilando por medio del levante de las estaquillas el relleno del espacio anular, a fin de evitar que quedase aire o algún sitio sin rellenar de lechada.

Como garantía de impermeabilidad se dió en el interior de los tubos una mano de enlucido con Pudlo, teniendo la satisfacción de ver evitadas las resudaciones casi por completo.

En cuanto al primer sifón de cruce del río, que apenas estaba sometido a una carga de 3 m de agua, se hizo de 60 cm, tal como estaba proyectado (por disponer de un molde de ese diámetro) y sin armar, teniendo únicamente la precaución de hacer unas juntas de unos 20 cm de espesor de hormigón y de embeber en un macizo continuo de hormigón la parte de tubería correspondiente al cauce del río de forma a constituir una verdadera presa subterránea. Para poner a cubierto de socavaciones posibles, dada la naturaleza cascajosa del lecho, se hizo un pilotaje con pilotes metálicos (doble T) arriostros con cables y embebidos en el hormigón envolvente.

Afortunadamente, las cosas resultaron tal como se habían previsto, y el agua corría por las calles de León a primeros de septiembre, coronando así el esfuerzo que realizamos todos, en más o menos modesta escala, cuantos tuvimos intervención.

De acuerdo con el criterio de mi ilustre profesor D. José Eugenio Ribera, de que la pasión no debe cegarnos hasta el punto de no reconocernos nuestros

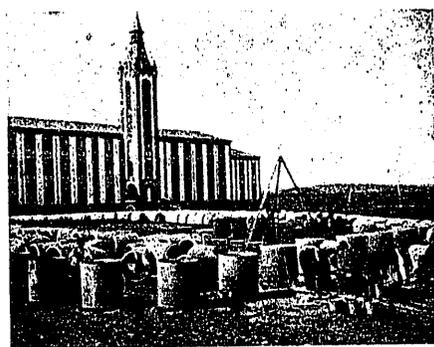


Fig. 15. Taller de tubos armados para los sifones.

defectos, y aun a riesgo de resultar algo pesado, séame permitida una ligera autocrítica.

En primer lugar, el emplear exclusivamente la alineación recta para el trazado por temor a dificultades de colocación de tubería, me parece no muy acertado, porque, aparte de multiplicar el número de registros, no permite ceñirse tanto al terreno, con el consiguiente aumento en la excavación.

De la estructura de los sifones nada he de decir, pues ya indiqué fué una solución forzada, obligado por el apremio del plazo, y aunque el resultado fué satisfactorio, creo preferible la fabricación *in situ* en casos análogos, con muy pocas juntas, por aquello

de que la junta es el enemigo de la construcción.

En cuanto a los depósitos, y dadas las dificultades que tuvimos para establecer y apisonar la delgada capa de hormigón protectora de la Kallendrita, creo que hubiera sido preferible sustituirla por una doble capa de rasilla enlucida, que habría surtido el mismo efecto y se habría colocado más fácilmente y con más economía. Respecto a ser descubiertos en el emplazamiento que tienen, creo que, de no mediar razones de otra índole, no debieron de hacerse así, y que no tardará la actual Sociedad en verse obligada a cubrirlos por el rápido crecimiento de la población.

José PAZ MAROTO
Ingeniero de Caminos

Nuevo dato de progreso en material de cañerías

Los tubos S. T. A. C. para presión

Cuando el Sr. Gallego y Ramos dió la primera noticia de la ingeniosa fabricación, de origen francés, de tubos de mortero de portland por rotación viva del molde (*centrifugados*, que se dice ya corrientemente), me permití rectificar algunas de las afirmaciones que al propio tiempo hacía el mismo fecundo publicista técnico con referencia a los tubos de hormigón apisonado.

Hube de comenzar con tal motivo y ocasión a significarme, dentro de la modestia en que debo siempre y no me enoja figurar, como un descubridor de las excelentes condiciones que es posible obtener en estos tubos con la seguridad y constancia necesarias para su muy satisfactoria aplicación a conducciones hidráulicas forzadas. Y aunque es cosa natural, y además muy dispensable, que uno se enamore de aquello que por sí mismo descubre, y que este enamoramiento le induzca a adolecer un tanto de exclusivismo, quiero demostrar ahora que antes que amante y entusiasta de lo mío, procuro ser ingeniero imparcial y sanamente dispuesto a reconocer y aplaudir los adelantos de los demás.

Si cuando escribí el artículo aludido ponía yo en duda que en los tubos centrifugados se llegara a obtener la resistencia a la presión hidráulica interior en grado equiparable al conseguido por mí en los apisonados, hoy ya noticias fidedignas me hacen creer que es ello cosa lograda, no sólo en los tubos S. T. A. C., sino también en los de amianto cementado o *Uralita*. E insistente en el tema que vengo sosteniendo tiempo ha, con referencia a esta modesta especie de obras (las cañerías), en que tengo concentrada casi toda mi atención profesional: «Que cuanto antes se difunda entre los ingenieros la clara visión y el convencimiento de que es perfectamente posible obtener de otros materiales una grandísima parte del servicio que se viene creyendo confiable sólo al hierro y al acero en conducciones forzadas, menos tardará el país donde ello suceda en disfrutar el doble beneficio resultante de una gran disminución de coste en las obras de este género que sean indispensables y del consiguiente desarrollo y mejora de las de higiene que las reclaman (muchas de las cuales permanecen años y años y de-

cenios sobre decenios en el estado de platónico idea o soñada aspiración por culpa de la prohibitiva cuantía de sus presupuestos), y que dicho beneficio ha de *cubicar* (permitase la palabra) anualmente muchas vidas humanas y no pocos millones de pesetas»; insistente, digo, en este tema, y lleno del espíritu y anhelo de progreso constructivo y conveniencia general que deben ser, creo, casi obsesión de todo ingeniero, llamo una vez más la atención de mis queridos compañeros sobre el interés del asunto.

Merece éste la molestia de procurar conocer los verdaderos adelantos de los que se van destacando en avanzada hacia el objetivo de construir cañerías que, pudiendo servir lo mismo y durar más que las de hierro colado, cuesten menos que éstas y hasta menos también que las de acero asfaltado.

Los fabricantes de los tubos S. T. A. C., cuya demostración de avance en el año próximo pasado, al menos en lo referente a resistencia (10-11 kg por centímetro cuadrado de presión hidráulica interior, en tubos de 50 cm de diámetro) (1), es lo que me ha movido a escribir estas cuartillas, no sé si a la vez tendrán resuelto el problema de conseguir esto a precio conveniente y con seguridad y constancia que les permitan contraer compromisos y ofrecer garantías en firme; pero acaso lo hayan conseguido, gracias a la baratura de su felizmente ideado procedimiento de moldeo, tan rápido, y su también rápida y fácil confección de armaduras. Y si lo han conseguido, si pueden vender esos tubos a puerta de fábrica a precio no superior, por ejemplo, al 75 por 100 del de los tubos de acero asfaltado, es casi seguro que aventajen a éstos en el coste total de las cañerías, no obstante el mayor peso de los de mortero y consiguiente desventaja en los transportes; sobre todo si han llegado a sus técnicos a lograr la instalación llamada *flexible*, o sea las juntas que admitan cierto juego sin dejar de ser estancas, pues en tal caso se

(1) No me ofrece duda este dato; si bien veo con extrañeza anuncios muy recientes, de la misma empresa, en que se limitan a consignar ensayos más antiguos, con tubos de solo 10 cm de diámetro, que no pueden satisfacer para una generalización.

superficie en un pequeño depósito en la forma indicada en la figura 2.^a. Como el sistema, y sobre todo la ejecución de estas obras era deplorable, proyectamos revisarlas y demolerlas, haciendo en su lugar

cabeza del segundo sifón, de 622,10 m de longitud y una carga máxima en el centro de 18 m; a partir de éste continúa la conducción rodada hasta el tercer sifón, de 451,80 m y 17 m de carga, que cruza el valle del Hospital, llegando, finalmente, a los depósitos.

No existen en el trazado más que alineaciones rectas, en cuyo encuentro se disponen registros de fábrica de ladrillo, a cuya parte interior, enlucida con mortero, se le daba la forma del codo correspondiente al ángulo de las alineaciones y cuya tapa se proyectó de hormigón armado y de unos 200 kg de peso, a fin de evitar su fácil levante, que podría invitar a actos de incultura perjudiciales a la pureza de las aguas. Me permito recomendar a los compañeros no echen nunca en olvido esta condición, que no es técnica, sino práctica, y aseguren bien la imposibilidad de que los campesinos puedan encontrar el agua de los conductos, pues parece como si ejerciera una atracción mor-

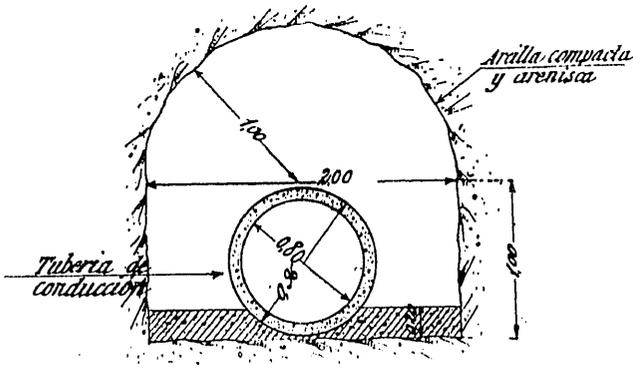


Fig. 4.ª Sección del túnel proyectado.

una sola galería filtrante paralela al río, pero tubular, en la forma indicada en la figura 3.^a.

A pesar de la deficiencia de las obras, que aun subsiste, pues por razones que no son del caso no se ha realizado esta parte del Proyecto, el caudal alumbrado era de 120 litros por segundo, no descendiendo más que a 80 litros en el estiaje de 1923, que fué muy marcado en aquella región, lo cual prueba la abundancia de aguas en esta clase de terrenos.

El total del caudal a alumbrar será de 200 litros por segundo, calculado a base de 300 litros por habitante

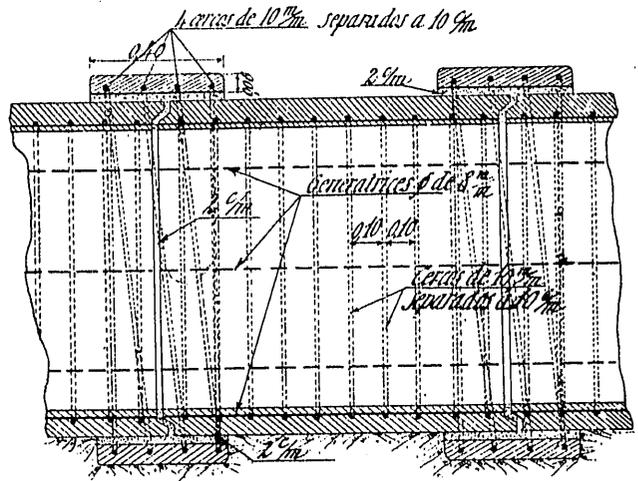


Fig. 5.ª Corte-proyección longitudinal de la tubería.

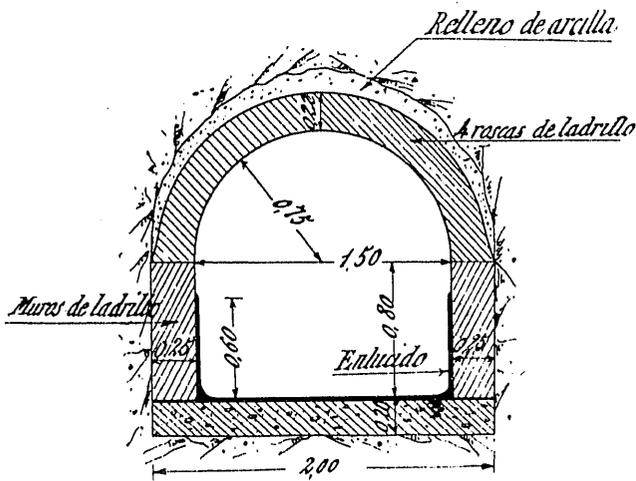


Fig. 4.ª bis Sección del túnel construido.

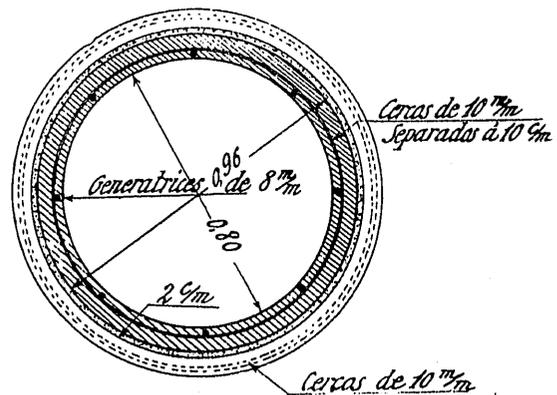
bosa sobre ellos; en mi caso puedo decir que, a pesar de esta precaución del excesivo peso de las tapas, me vi obligado a recibir con mortero muchas de ellas para evitar gracias de los inocentes campesinos.

El túnel se proyectó de sección indicada en la figura 4.^a, sin revestir, por creer que el terreno era lo suficientemente compacto, resistente e inalterable, y llevando en su interior el tubo de 0,80 que constituye el acueducto general.

Sin embargo, y a pesar de que las previsiones respecto a la naturaleza del terreno se vieron confirmadas, por estar constituido por arcillas muy compactas y pudingas de enorme dureza, la aparición de algunas filtraciones y la dificultad material de trans-

y día para una población de 60 000 almas, doble con exceso de la que actualmente tiene; para llegar a esto que pugna con lo establecido en nuestra arcaica ley de Aguas, fué preciso, como es natural, que apareciese una ley con fecha 22 de enero de 1922 autorizando al ministro de Fomento a conceder ese caudal.

El trazado se desarrollaba (fig. 1.^a) por la ladera derecha del río Torío, a la que cruza mediante un primer sifón de 314,50 metros de 0,60 m de diámetro; continúa luego en conducción rodada, constituida por un tubo de hormigón de 0,80 m de diámetro interno y con una pendiente de 0,00035; atraviesa, en túnel de 270 metros de longitud, un collado que de otra forma exigiría un gran rodeo y un sifón con el consiguiente exceso de pérdida de carga, y cruza el pueblo de Navatejera, en cuya plaza misma se emplazó la



Sección de la tubería.

portar y colocar los tubos en el interior me obligaron a cambiar de criterio y construir una alcantarilla visitable, en la forma indicada en la figura 4.^a bis, a la que se accede por los dos pozos registros terminales. Los tres sifones se proyectaron de fundición y de 0,60 m de diámetro interno; pero, dada la carestía de

fatiga por retracción. Así resultó una armadura compuesta por 10 cercos de 10 mm que quedaban trabados por 8 generatrices de 8 mm.

Lo primero que se le ocurrirá a cualquier compañero que lea estos mal hilvanados renglones es que parece casi un disparate técnico la adopción de una pendiente tan pequeña para la conducción rodada; y, en efecto, así es, ya que la pendiente de 0,00035 es inferior a las acostumbradas; pero obedece a que la cota de emergencia de las aguas alumbradas es de 872,50 metros sobre el nivel del mar, y como el Ayuntamiento de León había puesto como condición que el nivel del agua en los depósitos fuera al menos de 27 metros más alto que el de la solera de Puerta Castillo (una puerta medieval emplazada en el sitio más alto de la población), la cual era de 838,56 m, no tuve más remedio que rebajar todo lo posible la pendiente que casi venía impuesta, teniendo en cuenta que los tres sifones se proyectaron, por razón de economía, de 0,60 m de diámetro, produciendo una pérdida de carga unitaria de 0,0013. Con la solución adoptada se llegaba a los depósitos con una cota de solera de acueducto de 866,15, de modo que el desnivel entre dicha solera y la Puerta Castillo era de 27,59 metros. ¡Véase cuán justa andaba la cosa!

Los depósitos proyectados (figuras 7.^a, 8.^a, 9.^a y 10) fueron de un tipo sencillísimo y que nos permitimos recomendar siempre que las condiciones geológicas de su emplazamiento, así como las de aislamiento y protección, aconsejen el hacerlos descubiertos. Consisten sencillamente en vaciar en el terreno dos pirámides truncadas invertidas, iguales, con una capacidad

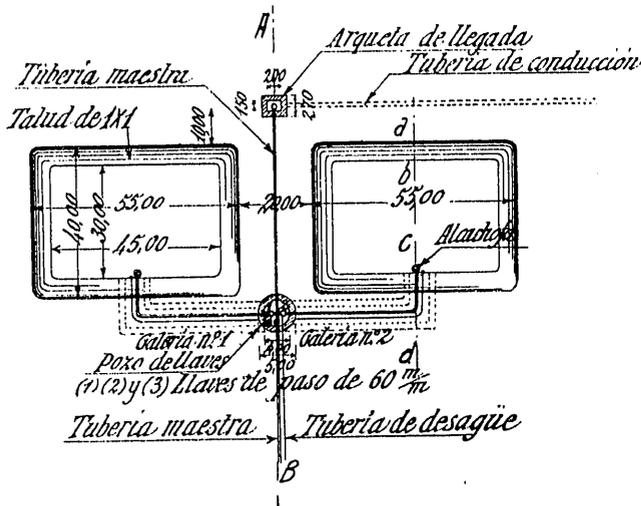


Fig. 7.^a Plano de los depósitos.

este material, se pensó en construirlos de un sistema patentado (que no cito por no perjudicar a los interesados en dicho sistema de tuberías) de hormigón armado con revestimiento interior de asfalto y un tipo especial de junta. Un mes y medio antes del plazo que me había dado la Sociedad para terminar las obras y

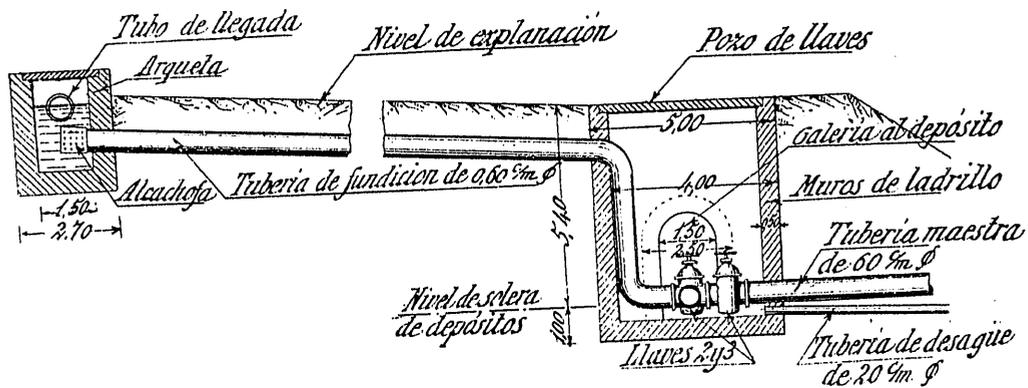


Fig. 8.^a Corte longitudinal por A B.

que el agua corriera por las calles de León, me vi obligado a rescindir el contrato con la casa constructora, por no haber ésta siquiera empezado a construir; y como la perentoriedad del plazo no me permitía hacer los sifones de hormigón armado por el sistema corriente, decidí liarme la manta a la cabeza y proyectarles de dicho material, pero fabricados fuera con los moldes de 0,80 de que disponía para la tubería de conducción (que ya estaba acabada por aquella fecha), y disponer en las juntas unos anillos armados, de acuerdo con lo dibujado en las figuras 5.^a y 6.^a, cuya inspección me exime de dar más detalles de constitución. Únicamente diré que, como el procedimiento era atrevido, no quise forzar las cargas resultantes, que fueron $H = 4,3 \text{ kg} : \text{cm}^2$ para el hormigón y $A = 645 \text{ kg} : \text{cm}^2$ para las armaduras, para una carga de agua de 18 metros, que era la máxima, y habida cuenta de la disminución a su décima parte del coeficiente de elasticidad del hormigón, en virtud de la

cada una de 8 640 m³, o sea un total de 17 280 m³, que es caudal máximo de veinticuatro horas, a razón de los 200 litros por segundo.

Preparada esta capacidad en el terreno y bien repasadas las paredes con un ligero enlucido para que quede una superficie lisa, se tienden sobre ellas unas hojas de kallendrita. Este material es un preparado especial de tejido impregnado en sustancias bituminosas que hacen de él un buen elemento impermeable con el que, según la casa inglesa que lo fabrica, se han llegado a efectuar pruebas de impermeabilidad con cargas de agua hasta de 60 metros.

Estas capas se sueldan unas a otras mediante la presión de un pequeño pisón caliente que funde el betún y se cubren con una capa de hormigón de gravilla de 8 centímetros de espesor, cuyo objeto no es otro que proteger la kallendrita de los agentes exteriores.

Si no se dudó en proponer esta solución, cuya principal ventaja es la economía, fué porque, previas unas

catas, se adquirió la certeza de que el terreno donde habían de vaciarse, estos terrenos estaban constituidos por arcillas de una compacidad tal que no eran de temer asientos de ninguna clase, ya que, como se comprenderá, no se disponía de elemento resistente ninguno, pues las tierras se contenían gracias al talud del 1 por 1 dado a las paredes de los depósitos. Naturalmente que en terrenos sueltos o poco compactos o que sean de temer asientos o expuestos a sufrir los efectos de corrientes subterráneas de agua, no debe, a mi juicio, aplicarse este sistema, porque se expondría uno a provocar la rotura de la delgada capa impermeabilizadora, lo que acarrearía la ruina total del

de comunicación que puedan producir polvo y contaminar las aguas, pudiendo, además, disponerse de una zona de aislamiento conveniente, debe de irse a la construcción de los depósitos descubiertos, cuya principal ventaja es que cuestan próximamente una quinta parte que los cubiertos, influyendo, por tanto, muy favorablemente en la economía del conjunto y, por consiguiente, en las posibilidades de realización de esta clase de obras, tan necesarias, pero en las que tanto se mira la peseta en este siglo de culto al dividendo.

Con objeto de aumentar el tiempo de permanencia del agua en los depósitos y de abastecer a la población directamente con el agua de llegada, cuyos caracte-

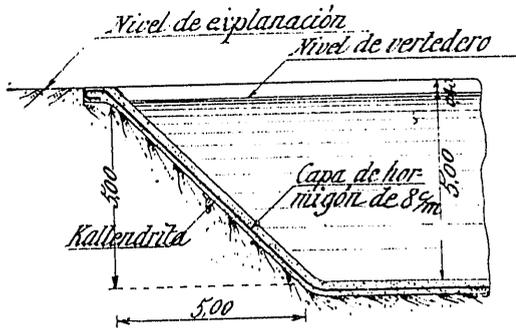


Fig. 9.ª Corte del depósito por A B.

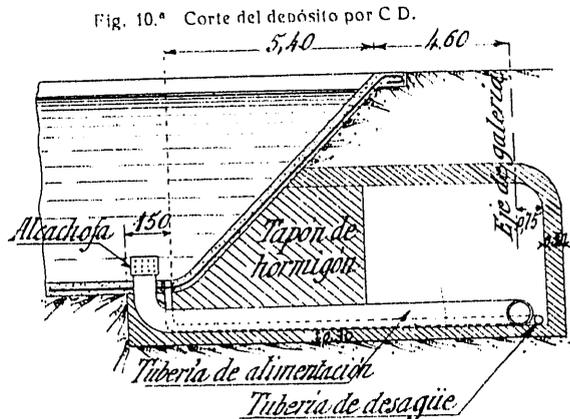


Fig. 10.ª Corte del depósito por C D.

depósito. Por eso, de acuerdo con este criterio, los depósitos para abastecimiento de aguas de La Bañeza (capital de partido judicial de la provincia de León y de una rica vega de regadío), cuyo proyecto redacté después de ver prácticamente el resultado de las obras que ejecutamos en León, aunque también son descubiertos, los he proyectado del tipo corriente con muros de recinto.

En cuanto a que los depósitos sean descubiertos es una cuestión tan debatida que creo irá costando trabajo el desterrar el prejuicio que hasta ahora ha existido contra los citados depósitos, a pesar de que las experiencias llevadas a cabo en Inglaterra y Estados Unidos han evidenciado que los efectos de autodepuración en las aguas embalsadas en grandes depósitos son tan notables que producen la desaparición de todos los gérmenes patógenos después de una permanencia de cuatro semanas. Mi modesta opinión, desde luego, es que siempre que el lugar de emplazamiento de los depósitos esté lejos de núcleos habitados y de las vías

res de frescura, etc., son más constantes, como puede suponerse, se proyectó una arqueta (fig. 7.ª) de llegada, de la que arranca la tubería maestra de 0,60 m de diámetro que en pozo de llaves se divide en tres ramas, continuando una de ellas a la población como tal tubería maestra y conduciendo las otras a cada uno de los dos depósitos, en los que penetran inferiormente, sirviendo así de tuberías de entrada y salida según que el consumo instantáneo de la población sea menor o mayor que el caudal que llega por la conducción.

La red de distribución se proyectó de fundición y con arreglo a las normas modernas de polígonos cerrados, a fin de reducir al mínimo las interrupciones por averías. En cuanto al sistema seguido es el ramificado con una arteria principal y otras secundarias, pero disponiendo una pequeñas arterias de circunvalación que pueden servir de socorro. Los tubos eran de enchufe y cordón.

José PAZ MAROTO
Ingeniero de Caminos

Algunas aplicaciones interesantes del cemento fundido

Por creerlo de interés para los lectores de la REVISTA, vamos a dar a continuación unas ligeras ideas sobre algunas aplicaciones especiales del cemento fundido, llevadas a cabo con completo éxito.

Empleo del cemento fundido en los trabajos de moldeo

Este cemento ha sido empleado en las obras de Souillac, por la Société de l'Electrification Industrielle, para la construcción de postes de líneas eléctricas, por el procedimiento Hennebique, del modo siguiente:

En estas obras se hacen postes macizos y postes huecos armados, con la dosificación de 350 kg de cemento por metro cúbico de hormigón.

Estos postes han sido manipulados a las veinticuatro horas de ser moldeados, debiendo seguirse para esta clase de trabajos los consejos siguientes:

Elección de emplazamiento.—Este debe de ser bien elegido y, sobre todo, amplio, porque si se utilizan moldes desmontables, debe haber bastante espacio