

La Jefatura de Sondeos e Informes geológicos

Labor que realiza y enseñanzas que de la misma se deducen en relación con las Obras Públicas.

En nuestro número anterior (véase REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS del 1.º de octubre último, página 341), se trató de la creación y desarrollo de la Jefatura de Sondeos y de su enlace con la suprimida Comisión de Estudios Geológicos para la construcción de Obras Hidráulicas. En éste y los sucesivos, nos ocuparemos concretamente de la labor que realiza y enseñanzas que de la misma se deducen, y para ello, nada mejor que exponer algunos casos que por sus diversas y acusadas características, no sólo merecen ser conocidos, sino que pueden servir de guía en otros análogos que se presenten.

Dicha labor abarca actualmente el estudio geológico y el reconocimiento por medio de adecuadas labores, sondeos principalmente, de las ubicaciones de toda clase de obras públicas: Hidráulicas, Puertos, Ferrocarriles y Caminos (túneles, puentes y viaductos) impermeabilización de terrenos, alumbramiento de aguas, etc.; y pone de manifiesto la urgente necesidad de que sean preceptivos dichos estudios y reconocimientos en todos los proyectos y trabajos públicos de importancia.

El número de tales obras, la irregularidad del régimen de nuestros ríos y la diversidad de la geología española, justificarían sobradamente el estudio y reconocimiento acabado de los terrenos en que se han de ubicar, si se quiere garantizar, en cuanto sea posible, la buena inversión de los enormes caudales que la nación destina en ellas.

Pero, independientemente de tal consideración, son muy numerosos, desgraciadamente, los casos concretos que así lo evidencian.

Se trata unas veces de pantanos proyectados en ubicaciones que, de haberse estudiado y reconocido debidamente, se hubiesen desechado, sustituyéndolas por otras mejores; o, por el contrario, pantanos excelentes, que se hubiesen desechado de no haber realizado dichos estudios y reconocimientos. Son otras, obras de puertos, en las que ha sido necesario vencer grandes dificultades para su construcción, o en las que han ocurrido, por desconocimiento de su ubicación, averías de suma importancia, que se hubiesen podido evitar.

En cuanto a los túneles, puentes y viaductos, en que ha sido necesario vencer dificultades imprevistas, o han ocurrido accidentes y averías, cuando no verdaderas destrucciones de la obra, son numerosos, y casi siempre, siempre se podría decir, por falta de estudios geológicos complementados con el reconocimiento del terreno, cuando tan fácil y relativamente económico es conocer éste tan acabadamente como sea necesario, para permitir una acertada elección de las características y, por tanto, garantizar en lo posible el éxito de las obras.

Los casos de ubicaciones reconocidas por la Jefatura de Sondeos a consecuencia de averías o destrucciones de puentes y viaductos, son bastantes, y en todos ellos ha quedado patente que lo ocurrido pudo y debió evitarse, ya que tuvo lugar, bien por no haberse

profundizado la cimentación algo más (en ocasiones hubiera bastado prolongarla uno o dos metros, y hasta unos centímetros solamente), para lo cual no había dificultad técnica ni económica, dada la importancia de la obra; bien por no emplear el procedimiento de cimentación adecuado a la naturaleza del terreno, o en fin, por no haberse elegido el punto de paso conveniente, cuando hubiera sido facilísimo variarle sin afectar a la dirección general de la vía de comunicación a que pertenece, ni al presupuesto.

La importancia de los sondeos en países cual España, de geología tan variada y, en ocasiones, tan complicada, es grandísima, pues no se debe olvidar nunca las grandes sorpresas habidas con terrenos al parecer de excelentes condiciones; y se podría citar numerosas obras ejecutadas, tanto en España como en el extranjero, en las que se ha puesto de manifiesto la insuficiencia de los estudios geológicos y reconocimientos superficiales del terreno en que están ubicadas, para llegar a un conocimiento acabado del mismo; y por ello, la prudencia aconseja no ser parcos en la ejecución de sondeos y demás labores adecuadas, aun en casos al parecer sencillos.

Téngase en cuenta, por otra parte, para apreciar la labor encomendada a la Jefatura de Sondeos e Informes Geológicos, que comprende además del estudio de las ubicaciones de las obras por medio de sondeos, y en su caso de inyecciones de agua a presión y de lechada de cemento (caso de los pantanos, en los que no sólo se estudia el substratum del terreno firme, sino el grado de permeabilidad del mismo y la manera de corregirla), la consolidación e impermeabilización de terrenos y obras, trabajo éste delicado, que si bien no se debe encomendar exclusivamente a la Jefatura de Sondeos e Informes Geológicos, entre otras razones, por ser insuficientes actualmente los medios de que dispone para realizarle, debiera al menos intervenir en su inspección y dirección cuando se encomienda a empresas o particulares. Pero este extremo es tan importante, que dejamos para otra ocasión exponer las razones que así aconsejan hacerlo.

Expuesto lo que antecede, vamos a ocuparnos de algunos casos que por sus características e importancia pueden servir de ejemplo para apreciar la trascendencia de la labor encomendada a la Jefatura de Sondeos e Informes Geológicos.

Los dividiremos en cuatro grupos: Obras Hidráulicas, Puertos, Vías de comunicación y Trabajos varios; y empezando por el primer grupo, se tratará en éste y el siguiente artículos del Pantano de Blasco Ibáñez, en el Turia, partido judicial de Chelva (Valencia), que por sus características, es base de la regulación de dicho río.

Las condiciones aparentes de la ubicación del pantano, son verdaderamente excepcionales. De un lado, el gran ensanchamiento del valle del Turia, en que está edificado el pueblo de Benageber, y situada su huerta, ofrece un vaso magnífico, indudablemente el mejor en el gran río valenciano, por su capacidad y

por estar en su mayor parte en terrenos wealdenses impermeables; y de otro, la estrechísima y resistente garganta que da paso al río a través de la gran barrera de calizas jurásicas que cierra el valle unos 500 metros agua abajo de dicho pueblo, constituye un sitio inmejorable para situar la presa del pantano; de modo que la idea de construir éste no podía estar más justificada. Por ello se había incluido esta obra en el primer Plan de Obras Hidráulicas, y la Confederación del Júcar se venía ocupando de su estudio desde hacía muchos años, cuando empezaron a surgir dudas sobre la posibilidad práctica de construirla, no obstante sus características extraordinariamente buenas, tan elegantes, se podría decir.

Fué a los ingenieros de dicha Confederación encargados el estudio del pantano, a quienes primeramente asaltaron dichas dudas al interpretar equivocadamente los resultados de los sondeos ejecutados bajo su dirección para reconocimiento del importante accidente denominado Cueva del Buitán, que se presenta en la mencionada barrera caliza, poco agua arriba de la entrada en la garganta donde está ubicada la presa, accidente que probablemente está relacionado con una de las fallas secundarias que a modo de cortejo acompañan a la grandiosa falla que ha dado lugar al enorme paredón que forma el frente de agua arriba de dicha barrera.

La equivocación padecida en dicha interpretación se debe, sin duda, a la dificultad de advertir la casi identidad litológica, aunque no estatigráfica, de los sedimentos wealdicos con los aportes fluviales de cualquiera época geológica, y a que los primeros salían disgregados por la sonda a causa de haber empleado coronas de pequeños diámetros en dichos sondeos.

Pudo haber dudas antes de haberse realizado los estudios de la suprimida Comisión Geológica y los nuevos sondeos; pero, una vez realizados, quedó perfectamente aclarado que los materiales que constituyen el infracrático de facies wealdica de la fosa de Benabeger están en contacto perfecto con las paredes de la Cueva del Buitán, continuando así bajo el río a gran profundidad, y como son absolutamente impermeables en su conjunto, nada hay que temer de dicho accidente para el éxito de la obra.

Más adelante, en el año 1928, "Regadíos y Energía de Valencia, S. A." solicitó del Ministerio de Obras Públicas la concesión de un proyecto de regulación general del Turia, a base de construir varios embalses, entre ellos el que motiva estos artículos, que permitiesen asegurar el riego de grandes extensiones de terreno agua arriba de Valencia y obtener una gran producción de energía eléctrica.

En el estudio geológico de tales embalses, intervinieron como asesores de dicha Sociedad geólogos nacionales y extranjeros, entre ellos M. Lugeon, profesor de la Universidad de Lausanne y especialista en tectónica y en geología aplicada al estudio de obras hidráulicas, quien, después de reconocer el terreno, redactó, en abril de 1928, un informe en el que se formula la conclusión de que el Pantano de que se trata es de condiciones muy dudosas que exigían trabajos de investigación tan detenidos e importantes, que estaban fuera del alcance de una Empresa industrial para decidir sobre la posibilidad de su construcción.

Se fundaba para opinar así en que, si bien el proyecto estaba muy bien concebido por sus caracte-

rísticas topográficas y geológicas (ser el vaso de gran capacidad y estrechísima la garganta en que se ubicará la presa, tener aquél, según todas las probabilidades, las debidas condiciones de impermeabilidad, y muy buen aspecto y sobrada resistencia para soportar la presa del embalse las calizas jurásicas en que se ubicará ésta, sin más posibilidades de pérdida de agua que la que se pudiera producir en las proximidades de la presa a través de la zona de dichas calizas bañada por las aguas), dos hechos que califica de brutales y realmente hieren la atención de todo observador, ensombrecían tal panorama llenándole de dudas.

Se refería, en primer término, a que el paredón calizo que cierra el valle presenta un fenómeno extraordinario en la margen izquierda del río, a unos 20 metros por encima del lecho y aproximadamente 100 metros de la entrada de la garganta en que se ubicará la presa, consistente en una cueva casi vertical (la llamada del Buitán a que nos hemos referido anteriormente) que, a su juicio, debía haber sido en épocas anteriores sumidero por donde pasaría todo, o parte del Turia, y como en general estos sumideros antes de ser rellenos por los desprendimientos de sus paredes o por cualquier otra materia de relleno descienden hasta el límite de la roca permeable, en este caso hasta el contacto de las calizas jurásicas con las triásicas subyacentes, se comprende la gravedad de un hecho que indicaría la entrada en una serie de conductos subterráneos por los que se podría perder la totalidad de las aguas embalsadas.

El segundo obstáculo para la construcción del pantano era, a juicio de M. Lugeon, que inmediatamente agua arriba de la entrada a la garganta en que se ubicará la presa, desciende por la margen derecha del río un torrente, cuyo cauce, abierto en el wealdense (terreno blando de margas y areniscas poco cementadas) ha formado, en su unión con aquél, un gran cono de deyección que obstruye la entrada a dicha garganta, levantando el lecho del Turia y dando lugar a que éste tenga una gran pendiente en dicha entrada. En consecuencia, concluye, que el espesor de la masa de aluviones que recubrirán el lecho y firme del río en la ubicación de la presa no sería sorprendente fuese del orden de 30 a 35 m., es decir, prácticamente prohibitivo para construir la presa.

Fácilmente se comprende por cuantos han intervenido en obras de esta clase, que ante la opinión del tan justamente renombrado especialista en tectónica y geología aplicada a las obras hidráulicas, las dudas que se ofrecían al personal facultativo de la Confederación del Júcar se afirmasen y aumentasen en grado extraordinario y que se empezase a temer fuese perdido el trabajo realizado durante años para el estudio del pantano, y lo que es peor, que fuese imposible obra de tan capital importancia para Valencia y para España en definitiva.

Afortunadamente, todas las dudas han desaparecido merced a la intervención de la suprimida Comisión de Estudios Geológicos para la Construcción de Obras Hidráulicas y, principalmente, a las labores de reconocimiento llevadas a cabo por la Jefatura de Sondeos e Informes Geológicos.

El Ministerio de Obras Públicas, ante tales dudas de los Ingenieros de la Confederación del Júcar, corroboradas y aumentadas por M. Lugeon, dispuso que la citada Comisión de Estudios Geológicos in-

formase sobre el particular, y así lo hizo por primera vez con fecha 17 de julio de 1928, es decir, poco después que M. Lugeon, si bien con carácter provisional.

En este informe se llegaba a la conclusión de que si bien los accidentes reseñados por M. Lugeon eran aparentemente de gran importancia, había fundadas esperanzas de que careciesen de ella en la realidad, no procediendo abandonar el pantano mientras no se demostrase de modo indudable la imposibilidad de construirle; y para aclarar la cuestión se proponía ampliar el reconocimiento del terreno por medio de un plan de labores de reconocimiento, complementarias de las ya realizadas por la Confederación del Júcar, que permitiesen, entre otras cosas, reconocer el accidente llamado Cueva del Buitán, determinar el espesor de los aluviones en las ubicaciones posibles de la presa y estudiar las relaciones que guardan los depósitos weáldicos del vaso con el paredón de las calizas jurásicas de la barrera que cierra el valle en su contacto, mediante falla de ambos terrenos.

Realizados estos sondeos, cuyo detalle se expuso en un informe, fecha 2 de enero de 1930, por el Ingeniero D. José María Valdés que dirigió los trabajos, el resultado de los mismos fué aclarar por completo el problema de la Cueva del Buitán, las disposiciones en profundidad de la falla que ha formado el citado paredón de calizas que cierra el valle de Benageber y, por último, fijar concretamente el espesor de los acarreos que cubren el sustrato rocoso del Turia en la ubicación de la presa.

Acercas de puntos tan esenciales, dice, en resumen, la citada Comisión de Estudios Geológicos en su segundo informe, fecha 8 de marzo de 1930, redactado después de analizar los resultados de dichos sondeos, lo siguiente:

"El gran pórtico de la "Cueva del Buitán" tiene sus arranques empotrados en la gran masa de depósitos weáldicos impermeables que rellenan la fosa de Benageber, y la gran mella que existe en el ingente paredón de la falla que cierra dicha fosa no es más que un accidente del colosal desgaje tectónico que produjo dicha falla, es decir, que la "Cueva del Buitán", que tan enigmática se presentaba, no parece constituir por sí un inconveniente ni peligro alguno para la obra proyectada.

"También se ha puesto de manifiesto que los materiales que constituyen el infracrétáceo de facies weáldica de la fosa tectónica de Benageber están en contacto directo con las paredes de la "Cueva del Buitán" de tal modo, que la enorme masa de capas de naturaleza arcillosa, alternantes con otras de areniscas y margas intercaladas de calizas margosas, sólidamente comprimidas y absolutamente impermeables en su conjunto, se adosa perfectamente al plano de la falla continuando así bajo el río a gran profundidad, es decir, que la falla en profundidad parece estar perfectamente cerrada y consolidada, y como los materiales en contacto con la caliza jurásica son impermeables, creemos que no son de temer escapes ni filtraciones, siguiendo el plano de la falla citada bajo los acarreos."

Finalmente, en cuanto al origen de la garganta del Turia en que se ubica la presa, condiciones de resistencia e impermeabilidad de la caliza en dicha ubicación y espesor de los aluviones que recubren el

substrato de roca firme en la misma, extremo este último que había preocupado en tan alto grado la opinión de la mencionada Comisión Geológica es francamente favorable. Sobre este último extremo, las labores complementarias de reconocimiento han demostrado patentemente, de acuerdo con la opinión expuesta desde el principio de su actuación por dicha Comisión de Estudios Geológicos, que dicho espesor es mucho menor de lo supuesto por M. Lugeon y hasta relativamente pequeño en las diversas ubicaciones reconocidas, siendo del orden de 15 m. en la elegida.

Aclarados los tres puntos dudosos del problema de la construcción del pantano, la Comisión Geológica informó favorablemente acerca del mismo, en 8 de marzo de 1930.

Pero no habían terminado con esto las dudas y consiguientes estudios y reconocimientos; pues así las cosas, la Confederación del Júcar planteó el problema de elevar la altura de la presa a 91 m., y como todos los realizados hasta entonces por dicha Comisión Geológica y la Jefatura de Sondeos e Informes Geológicos partían de una presa de 70 m. de altura sobre el enrase de cimientos, fijada por la Confederación del Júcar primeramente, el suprimido Consejo de Obras Hidráulicas estimó que era indispensable hacer reconocimientos de la ampliación de la zona de calizas jurásicas que bañaran las aguas con la nueva altura; reconocimientos hechos también por la Jefatura de Sondeos e Informes Geológicos, y cuyos resultados se recogen en el informe redactado por el Ingeniero Sr. Valdés, en 25 de febrero de 1935, de completo acuerdo con el que suscribe, en el que se llega a la conclusión de que no hay inconveniente en aceptar la nueva altura, y con arreglo a ella se ha procedido a la subasta de la obra.

Las enseñanzas que se deducen de lo ocurrido en este pantano no pueden ser más claras y terminantes, y ponen de manifiesto la imprescindible necesidad de realizar estudios geológicos y labores de reconocimiento para el estudio de toda obra hidráulica importante; estudios y labores que se deben encomendar a personas especializadas en la materia, con preferencia Ingenieros de Caminos que, por tener a su cargo la construcción de las obras públicas, darán a dichos estudios y reconocimientos una orientación adecuada al fin que se persigue con ellos. Claro es que los intereses públicos obligan a no conceder exclusivas en dichos estudios, y por ello, a fin de garantizar en lo posible los enormes caudales que la Nación invierte en las obras públicas, se debe dar intervención en ellas a geólogos universitarios, del Instituto Geológico, etc., cuando así lo aconseje el problema de que se trate, pudiendo ser una solución constituir una Comisión especial a base del personal ya especializado de la Jefatura de Sondeos e Informes Geológicos, el Profesor de Geología de la Escuela de Caminos y un Consejero de Obras públicas especializado en la materia, completada con el asesoramiento de los geólogos que se considere conveniente en cada caso.

Expuesto lo que antecede, se publicará en el próximo artículo un resumen de los informes sobre los reconocimientos ejecutados, redactados, como se ha dicho, por el Ingeniero Sr. Valdés, y que han servido de base para la subasta de la obra.

Se hace esto como más adecuado para su publi-

cación en la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, ya que el dar cuenta detallada de los estudios geológicos y reconocimientos por medio de sondeos del terreno exigiría varios números de la misma, y el hacerlo es

más propio de una Monografía que, por estar justificadísima en este caso, piensa publicar la Jefatura de Sondeos e Informes Geológicos, cuando las necesidades y los medios de que dispone se lo permitan.

Gumersindo GUTIÉRREZ GANDARA,
Ingeniero de Caminos.

Nuevo puente sobre el río Guadarrama, en el kilómetro 66 de la línea de Madrid a Valencia de Alcántara

Entre las innumerables sustituciones de puentes que en la Compañía del Oeste hemos venido haciendo durante estos años, figura, como última de la serie hasta ahora, la que es objeto de estos párrafos.

El puente que existía desde la construcción de la primitiva línea de Madrid a Malpartida, de la extinguida Compañía de M. C. P., estaba constituido por una estructura de hierro con cinco tramos de vigas continuas de 3,30 m. de altura, formadas por cabezas en T y almas de celosía cuádruple de barras planas reforzadas con ligeros montantes y piso de

arriba del actual, y alternados los apoyos de ambos, con objeto de establecer sin dificultad la cimentación de los nuevos, que había de tener gran extensión en planta, lo mismo que la de los antiguos. Como la luz total de ambos puentes es sensiblemente la misma (174,50 contra 172), ello obligó a situar el nuevo corrido en sentido longitudinal hacia la margen derecha unos 14 m., lo que favorece el emplazamiento de la obra, toda vez que se halla situada en una curva del río que presenta su convexidad hacia aquella margen. Los apoyos del puente viejo estaban dispuestos

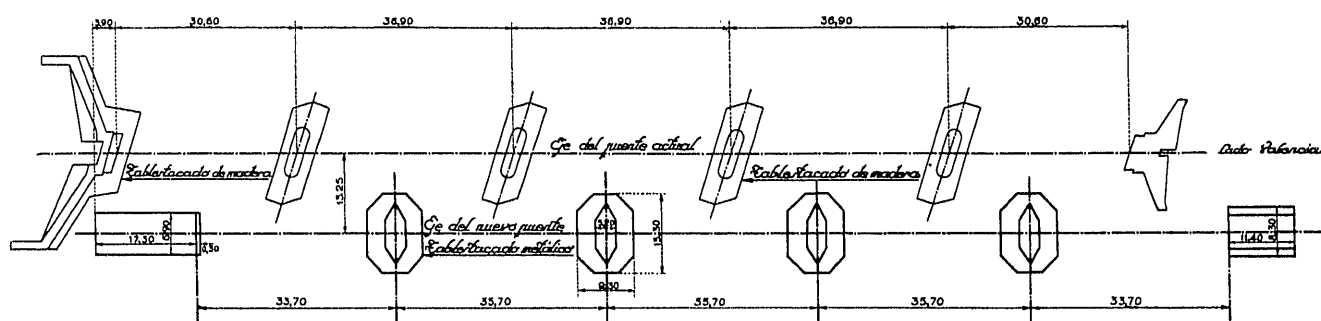


Fig. 1.ª — Posición relativa de los dos puentes en planta.

tablero intermedio. El conjunto era de una ligereza extraordinaria, y en absoluto insuficiente para las grandes cargas producidas por las máquinas de las últimas series que, claro es, no podían circular por él.

Además de esto, los apoyos, de fábrica de ladrillo, con tajamares, zócalos y cornisas de sillería, estaban cimentados sobre pilotes de madera cogidos con un emparrillado del mismo material, en muy mal estado de conservación. Una de las pilas llegó a hacer algunos asientos que determinaron grietas en el cuerpo de su alzado, lo que nos obligó a efectuar, rápidamente, una consolidación provisional de la misma.

En estas circunstancias resultaba imposible aprovechar los estribos y pilas del puente viejo, y no hubo más remedio que proyectar una variante de la línea para construir, en las inmediaciones de aquél, la nueva obra. (Las dificultades para conservar el trazado primitivo, en una línea de vía única, son conocidas de todos.) No sin cierta lástima hube de decidirme a ello, ya que el puente antiguo está emplazado hacia la mitad de una recta de más de dos kilómetros de longitud, y la variante, como es natural, había de romper tan espléndida alineación; pero no era cosa de dar a la nueva traza la longitud necesaria para restablecer otra alineación recta única, por lo que se dispusieron los enlaces necesarios con curvas de gran radio.

El eje del nuevo puente se situó a 13,25 m. aguas

con una ligera oblicuidad, que se ha suprimido en el nuevo, haciéndolo recto para mayor sencillez, y visto que no era preciso mantener aquélla. En la figura 1.ª se indica la posición relativa de los dos puentes, en planta.

Dadas las condiciones defectuosas de la cimentación del puente antiguo, así como la naturaleza del lecho del río, se solicitó de la Jefatura de Sondeos el estudio correspondiente para poder proyectar las fundaciones de la nueva obra. Del informe de aquel Centro oficial resultó que la presión unitaria en la base de los cimientos no debería exceder en ningún caso de 3 kg./cm.²; e, incluso, en las pilas extremas tendría que ser inferior a 2 kg./cm.², a menos de bajar a unos 15 m. de profundidad, hasta llegar a las arcillas. En la figura 2.ª se representa el corte geológico hipotético del terreno según el eje del puente.

Se empezó tanteando una cimentación por aire comprimido, mas la limitación de presiones admisibles es tal que en la mitad de los casos, por lo menos, el solo peso del bloque de cimientos rebasaba la carga admisible sobre el fondo. Visto esto, se pensó establecer bloques de hormigón armado aligerados para obtener la repartición de las cargas sobre una gran superficie de base; pero se llegó a dimensiones en planta de tal manera exageradas, que hubo que renunciar a la idea.