

Importancia de los sondeos

El previo estudio del terreno, en el sitio de una obra, es quizá el más importante de cuantos integran su proyecto completo.

En puentes, en muelles y en presas, es sabido que *los cimientos mandan* casi siempre.

1914. Estas obras fueron dirigidas por el eminente Sejourné, que es, sin disputa, una de las autoridades mundiales en puentes de fábrica, cuya cátedra ha profesado con singular maestría durante muchos años en la Escuela de Puentes y Calzadas.

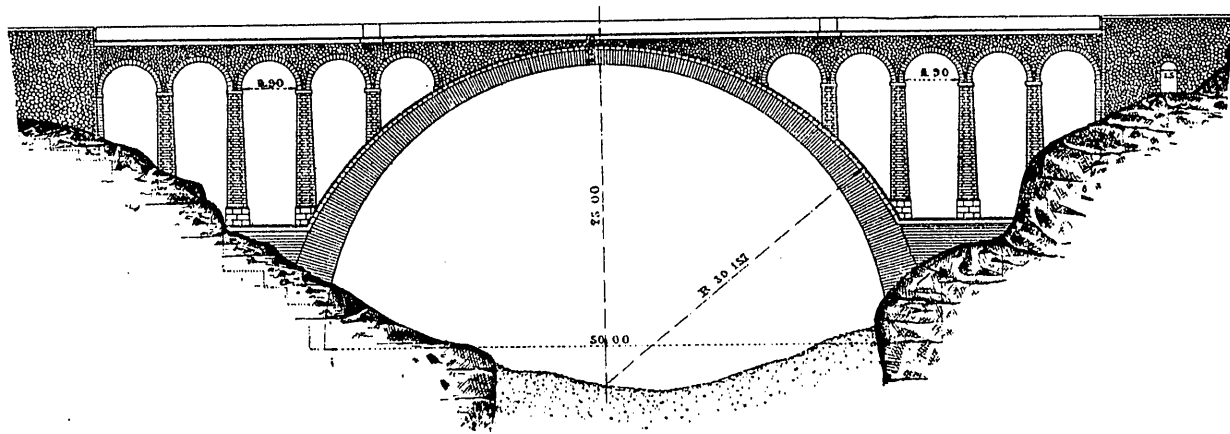


Fig. 1.ª

Pero hay que examinar los terrenos, no sólo en la superficie a la vista, sino, por decirlo así, en las *entrañas del suelo*.

Constantemente sufren los ingenieros decepciones, que les obligan a realizar trabajos tan imprevistos como costosos, por un insuficiente estudio de la cimentación.

Muchas veces, unos sondeos previos los hubiera impulsado a proyectar disposiciones diferentes.

De nada sirve afinar la economía de la superestructura de un puente, por ejemplo, si al quererla realizar se encuentran en los cimientos problemas y dificultades cuyos gastos anulan las reducciones de coste obtenidas en los tramos o arcos proyectados.

Y porque he tropezado con estos errores de proyecto, porque he tenido en ciertos casos que variar totalmente la superestructura de algunas obras que creía bien concebidas, es por lo que ahora aconsejo a mis discípulos que antes de acometer una construcción se aseguren, *en lo posible*, del cimiento que exige (1).

Este estudio previo del terreno les evitará las falsas maniobras, los retrasos y hasta las bizantinas palinodias que originan siempre los cambios *a posteriori* de un sistema de cimientos.

Claro es que sólo se equivocan los que conjugan el verbo *hacer* y no los que, situados del otro lado de la barrera, limitan su trabajo a la *inspección* o la *crítica*, olvidando que en el sector *artístico*, o vulgarmente dicho, *constructivo* de la profesión, el ingeniero tiene que proceder con frecuencia por apreciaciones sobre hipótesis o elementos de juicio que a veces resultan inexactos, como ha ocurrido a los más ilustres técnicos del Extranjero.

Para demostrarlo, no estará de más que cite las incidencias de uno de los cimientos del viaducto de Aguas saladas, cerca de Marsella, terminado el año

Pues bien; el proyecto de este viaducto constaba de un arco de 50 m de luz (fig. 1.ª), apoyado en las rocas dolomíticas que asomaban en las márgenes, *en las que los sondeos efectuados* acusaban una profundidad indefinida.

Pero al excavar el cimiento de uno de los estribos se observó que un inmenso bloque que se supuso formaba parte del macizo de roca estaba separado de él por margas y arcillas (figuras 2.ª y 3.ª), lo que obligó a prolongar el cimiento hasta 22 m por debajo del nivel del mar, en vez de los 10 m calculados, y, además, a ensanchar al mismo tiempo todo ese enorme monolito en 5 m de grueso, ocasionando con ello un suplemento de gasto que desconozco, pero que seguramente no bajaría hoy de 500 000 pesetas, a juzgar por la importancia de las obras (1).

Quizá, de haberme ocurrido igual error de apreciación, hu-

(1) En mi cátedra confieso mis equivocaciones y me propongo darles aun más publicidad, para que con ellas aprendan los demás y procuren evitarlas.

(1) Se detallan estas obras en el libro de Gay: *Ponts en Maçonnerie*, página 453.

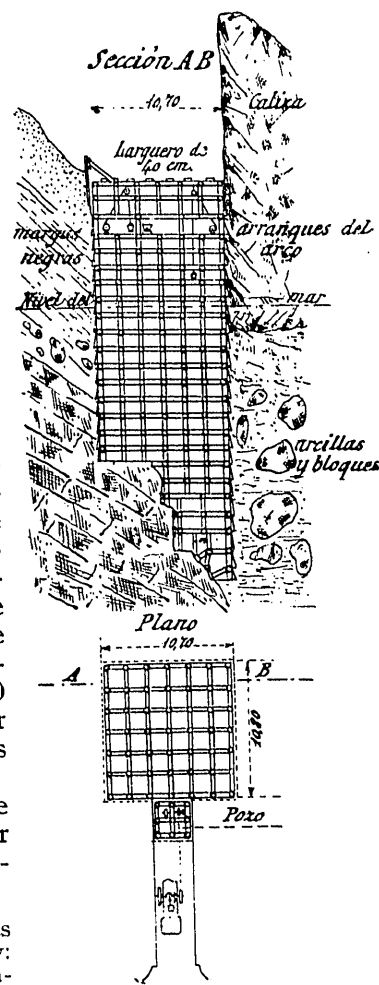


Fig. 2.ª

biese yo preferido variar totalmente el proyecto, como lo han hecho, muy acertadamente y por causas análogas, los distinguidos compañeros de nuestro Protectorado en Marruecos, al proponer una radical modificación de un puente importante allí proyectado, en cuyos cimientos en arenas fangosas se encontraron imprevistas dificultades.

Pero todos estos incidentes, propios de nuestra profesión, confirman una vez más la necesidad de no es-

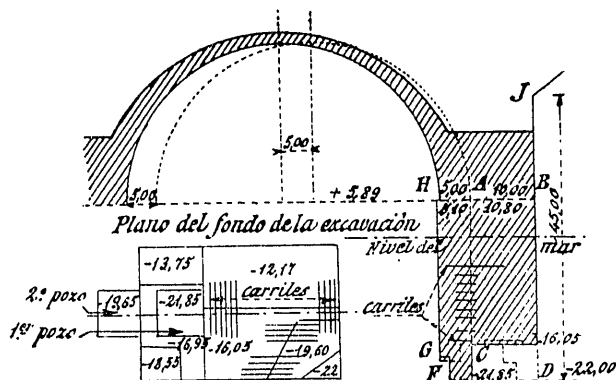


Fig. 3.ª

catimar los gastos de sondeo en todas aquellas obras en las que, por el dudoso aspecto del terreno, no ofrezca éste comprobaciones evidentes de la naturaleza del subsuelo. No deben entonces precipitarse las redacciones de los proyectos definitivos, que pueden ocasionar sorpresas, aunque así lo exijan circunstancias de orden político o militar, pues las posibles contingencias ocasionan muchos mayores retrasos y desembolsos.

Hay que reconocer, sin embargo, que en estos últimos años, sobre todo, y merced en gran parte a las iniciativas del actual director de Obras públicas, D. Rodolfo Gelabert, que organizó un servicio bien montado de sondeos, con material perfeccionado y personal práctico, los ingenieros españoles realizan con frecuencia creciente estudios previos y minuciosos del terreno en que han de proyectar las obras de alguna consideración.

Hay que reconocer, sin embargo, que en estos últimos años, sobre todo, y merced en gran parte a las iniciativas del actual director de Obras públicas, D. Rodolfo Gelabert, que organizó un servicio bien montado de sondeos, con material perfeccionado y personal práctico, los ingenieros españoles realizan con frecuencia creciente estudios previos y minuciosos del terreno en que han de proyectar las obras de alguna consideración.

Pero también conviene hacerlo en construcciones de menor cuantía, y no representa gasto sensible el realizar los sondeos necesarios, sobre todo cuando se apela, como hoy puede hacerse en las obras públicas de toda clase, al material de sondeo y personal técnico de que dispone el Estado, que se encuentra a las órdenes de la Jefatura del Canal de Castilla (1).

Aun así, y por muchos sondeos que se realicen, no se obtendrán más que datos *aproximados* sobre la constitución del subsuelo, como les ocurrió a los ingenieros franceses en el viaducto antes citado. Tampoco los sondeos permiten asegurar las condiciones de *impermeabilidad* completa en las grandes extensiones que ocupan los embalses de los pantanos y de los diques de carena. Un terreno puede ser muy duro y resistente según los sondeos, como ocurre en la bahía de Cádiz, y ser permeable por el efecto de presiones de agua considerables, ya sea por la *porosidad* de la roca, ya por multitud de grietas o por

(1) Esta Jefatura dispone hoy de diez trenes de sonda tipo «Sullivan», y se propone adquirir otras diez sondas para atender a las demandas de todos los servicios del Estado.

cavernas que escapan a las investigaciones de la sonda, como me ocurrió a mí en un depósito de aguas que proyecté en mis mocedades en Llanes, y como sucedió en la presa del pontón de la Oliva, proyectada por uno de nuestros más esclarecidos ingenieros, D. Lucio del Valle.

Pero estas deficiencias inevitables del estudio del subsuelo no disminuyen el valor ni la importancia de los sondeos, y así va extendiéndose su empleo hasta para obras de reducidas dimensiones.

Confirmando cuanto digo, creo interesante para los lectores de la REVISTA, reproducir los párrafos que en su Memoria anual sobre el estado de los servicios en 30 de junio de 1925, de la Junta de Obras de los Ferrocarriles de Estella a Vitoria y de Oñate a San Prudencio, publica mi joven compañero D. Alejandro Mendizábal, al que con este motivo felicito por su inteligente laboriosidad, y al que dejo la palabra como final de estas consideraciones.

I. EUGENIO RIBERA
Profesor de Cimientos de la Escuela de Caminos.

Noticia de los sondeos practicados para los puentes del ferrocarril de Estella a Vitoria

La cimentación de los primeros puentes que se construyeron, el de los Llanos, el de Zubielqui, el de Granada y el de Antoñana, así como la de los viaductos de Arquijas, Santa Cristina y Atauri, no presentó dificultades; se empleó el método indio, en general, y las entibaciones ordinarias en algunos estribos. En todas las obras dichas se encontró, a menos de 6 m de profundidad, roca lo bastante firme para ahuyentar todo temor a que ocurrieran asentamientos o socavaciones que pudieran poner en peligro la estabilidad de las obras.

En todos los lugares dichos, una simple barrena dió la indicación precisa de que los bancos de roca alcanzaban el espesor deseable para establecer una sólida cimentación.

Pero cuando se trató de cimentar el puente de Peña Salada (Maestu), que consta de dos tramos de hormigón armado de 10,40 m de luz, el problema cambió de aspecto, porque a 5 m de profundidad la tierra que se sacaba de los pozos indios no era sino grava con arcilla, sin consistencia alguna, y las barras que se hincaron penetraron sin dificultad hasta la longitud que tan primitivo medio permite. Además, los agotamientos se realizaban con gran dificultad, porque la cantidad de agua era tal, que tres bombas, de las que se disponía, sin que fuera posible, por otra parte, meter más en los pozos, apenas conseguían realizarlos; teniendo que suspender las obras en cuanto, por cualquier causa, dejaba de funcionar alguna de ellas.

Como por la misma época los puentes de Santa Cruz, Mercadillo y San Saturnino presentaban muy análogos caracteres al de Peña Salada, por lo que a cimentación se refiere, se pensó en suspender toda determinación definitiva hasta tener datos concretos sobre la naturaleza de los terrenos.

Se solicitó y obtuvo de la Dirección general de Obras públicas el material de sondeos y el personal técnico correspondiente en servicio, a la sazón en la Jefatura del Canal de Castilla, e inmediatamente se procedió a realizar las investigaciones, en octubre de 1924.