

prendidas entre $S'H$ y $S'C'$, cometiéndose el error por exceso.

Norma práctica de llevar a cabo este cálculo

Como resumen de la exposición que se ha hecho de este cálculo se indicará la práctica de él, dejando para el artículo siguiente la aplicación a algún caso particular de dique español—hecho por los alumnos de la clase de Puertos y algunas observaciones y comparaciones de diversos casos, y con el método de Gaillard.

Se pueden tomar los siguientes datos:

Altura de las mayores olas, h ; período, T ; longitud de las olas, L , y conociendo la profundidad H , en donde el dique se ha de situar, se tendrá la profundidad relativa $\frac{H}{L}$.

Se sabe el nivel de tranquilidad o reposo: en mares sin marea, será fijo; en los de marea, puede tomarse uno o varios de los que comprendan la carrera máxima y ver cuál pone al dique en condiciones más desfavorables.

Con estos datos, por la fórmula [1], con la tabla I y tomando sobre el nivel de reposo el valor dado por esa fórmula, tendremos el punto M (fig. 4.^a), adonde llega la cresta de la ola contra el muro-dique. Tomando en el nivel

de reposo $OC = OM$, ya podremos trazar el diagrama de las presiones estáticas, que será el MCB (fig. 4.^a), o por el método aproximado propuesto por Lira, el MCC' (figura 5.^a).

Por la fórmula [2] y la misma tabla I se obtendrá el valor de v , que sustituido en la fórmula [5] nos dará el valor de la presión dinámica en la superficie que se representa en las figuras 4.^a y 5.^a por MP .

La fórmula [3], con auxilio de la citada tabla I, dará el valor de v_f , y sustituido en la [5] el valor de la presión dinámica en el fondo, representado por BQ (fig. 4.^a). En el caso simplificado ya se vió la suponía Lira de un valor igual a cero.

La línea PQ (fig. 4.^a) da la repartición de las presiones dinámicas.

Sumando las ordenadas de los dos diagramas estático y dinámico se tendrá la línea de repartición de las presiones totales dada por $PS'Q$ (fig. 4.^a) y $PS'C'$ (fig. 5.^a).

Conocidos estos empujes, nada hemos de decir del cálculo de estabilidad del muro-dique, pues ya es sabido se efectuará componiendo el peso del muro, disminuído por la subpresión de su parte sumergida, con la resultante del empuje dado por los gráficos antes indicados.

Ramón HERNÁNDEZ MATEOS
Profesor de la Escuela de C., C. y P.

La antigüedad de la construcción de puentes con bóvedas gemelas

El puente Adolfo, en Luxemburgo, comenzado en 1899 y terminado en 1903, inauguró el siglo XX, con la disposición originalísima del eminente Sejourné, sustituyendo las bóvedas continuas en todo el ancho del puente, tradicionalmente construídas, durante más de veinte siglos, por arcos paralelos en los frentes, unidos por tableros de hormigón armado.

Pero esta genial modificación en los puentes de fábrica exige aún mayor perfección en la mano de obra y tímpanos y una piedra excelente, cuya adquisición y labra no encarezca sensiblemente el coste de la mano de obra.

Los anteriores párrafos del capítulo IV, «Reseña histórica», de la obra *Puentes de fábrica y hormigón armado*, de D. J. Eugenio Ribera, no pueden, en rigor, ser objeto de contradicción, puesto que, en realidad, al ilustre ingeniero francés se ha de atribuir el acabado estudio científico de esta disposición con los más modernos sistemas constructivos; pero, a leerlos, recordé haber visto un antiguo puente construído con arcos gemelos, y, en aras de la rigurosa verdad histórica, me pareció interesante comunicarlo al distinguido profesor de nuestra Escuela. Por su consejo e indicación se redactan estas notas, que, sin merniar un ápice la gloria del insigne Sejourné—para la que bastaría, a nuestro juicio, la inspiración del arco apuntado con el que salvó la profunda cortadura del barranco en el viaducto de Fontpédrouse—, recaban para un modesto e ignorado antecesor de los ingenieros españoles el chispazo del genio que engendró la sustitución de la bóveda de todo el ancho por los arcos independientes.

Del puente en cuestión dan perfecta idea las fotografías que entre estas líneas se intercalan. Su luz es de 10,80 metros y de 2,75 metros la flecha, y, como en la mayoría de los antiguos puentes, se anula o reduce la altura de los tímpanos, ajustando las rasantas de la vía para que sirven, a la curvatura de la bóveda. El irregular espesor de los arcos es, como pro-

medio, de 0,40 m y de 0,70 su ancho, distando entre medios de los mismos 1,50 m.

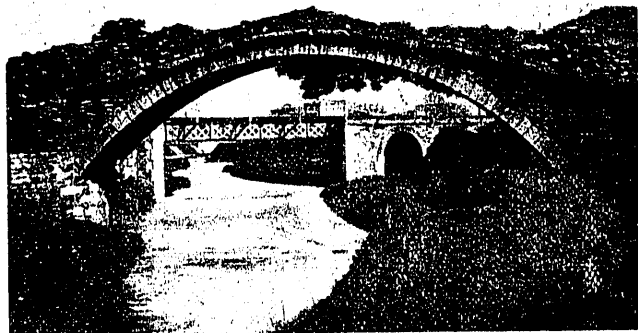


Fig. 1.^a Puente sobre el río Güell. Vista general.

Los arcos son de sillarejo basto sin aplantillar, y rellena las juntas, algo más pronunciadas en el trasdós, mortero de cal hidráulica con más o menos perfección fabricada con las calizas de la comarca. Las dovelas o piezas abarcan todo el ancho del arco. Estos se apoyan por la margen izquierda en un estribo de mayor anchura que la distancia entre paramentos exteriores de la obra, prolongado por muros de revestimiento del cauce. En la margen derecha, un pequeño estribo queda empotrado en el terreno.

El piso descansa directamente sobre la bóveda en la clave, y por intermedio de tímpanos de escasa altura en el resto; sin que sean en exceso pronunciadas las rampas de una y otra parte. El ancho total del puente, de 2,50 m, se alcanza con grandes losas de caliza que vuelan 0,20 m del paramento exterior de

los arcos gemelos. Cargan en parte sobre este voladizo de las losas pretiles de 0,40 de anchura, quedando libre para la circulación un ancho de 1,70 m para el



Fig. 2.ª Vista del intradós del puente sobre el río Güell, en Gerona.

paso de un solo vehículo, revelando este ancho y la distancia entre arcos el propósito de ajustarlos a la batalla de los carros existentes y vuelo de las cargas, de manera que el peso transmitido por las ruedas actúe siempre sobre el esqueleto resistente y sólo peatones y caballerías sobre las losas del forjado.

Estas losas, con un espesor sensiblemente de 0,15 m, forman en el exterior una imposta de coronación de gran efecto, por la sombra arrojada en el paramento. Entre pretiles, para formar el piso, se halla reforzado el espesor por una nueva hilada de losas más irregulares.

Es de notar el detalle que se dibuja en la figura 3.ª, corte por la clave y proyección de la parte derecha, y que, detenidamente examinada, puede observarse en la segunda de las fotografías. Nos referimos a un relleno entre los arcos gemelos a partir del estribo y que termina tangente a las losas por el intradós, a una altura aproximada de los dos tercios de la flecha del puente, relleno a manera de capialzado, formado con mampostería poco esmerada. Con las losas que quedan vistas afecta en general la forma de bóveda carpanel, y aunque no es de negar su contribución a la resistencia de la obra, sobre todo si forma parte de una sobrecarga de los arcos ligados con los tímpanos, más nos parece que persiguió el proyectista que no faltara en el aspecto de la obra el arco de varios centros, tan del gusto de los ingenieros franceses, que, como en el puente de Neuilly, del célebre Perronet, y en el de Burdeos, lo conservaron en el interior de la bóveda, imponiendo dificultades de ejecución para unirlo con el arco escarzano que ya empleaban en los frentes.

El puente descrito, distante medio kilómetro de Gerona, se halla en un antiguo camino vecinal de

Palau Sacosta a Salt, que actualmente sólo sirve como camino rural de servicio de tres o cuatro fincas. Como camino vecinal fué sustituido por la actual carretera de Manresa a Gerona, de la que el tramo entre Gerona y Salt fué construido hacia el año 1860. No hay duda, por ello, de que el puente es de construcción muy anterior. El actual delegado regio de Bellas Artes de Gerona, arquitecto municipal los años 1882 y 1883 y arquitecto provincial después, encargado mucho tiempo de los caminos vecinales, ni intervino en la construcción ni recuerda antecedente alguno que pueda referir ésta a una fecha próxima a su actuación. Por otra parte, el aspecto general de la obra, su rebajamiento con el empleo del arco escarzano, la armonía de las dimensiones y belleza de los arcos, y la ejecución relativamente esmerada para tan modesta construcción, traslucen la influencia de las concepciones francesas en la segunda mitad del siglo XVIII, así como las inclinadas rasantes, cuando la adopción de los arcos rebajados permite, en los puentes de la época citada, la horizontalidad, demuestra la subsistencia de modalidades anteriores, no siendo, por todo ello, aventurado suponer realizada la obra durante los últimos años del siglo XVIII o primeros del XIX.

Hemos rebuscado en los archivos del Ayuntamiento de Gerona, bastante ordenados y completos, datos documentales referentes a este puente, renunciando a hacerlo en los Ayuntamientos de Palau Sacosta y Salt, poblaciones sin importancia, que seguramente no hubiera dado resultado, pues no es de presumir se realizara con el solo esfuerzo económico de reducidos núcleos. Tanto o más que el deseo de hallar precisada y probada la fecha de construcción, nos

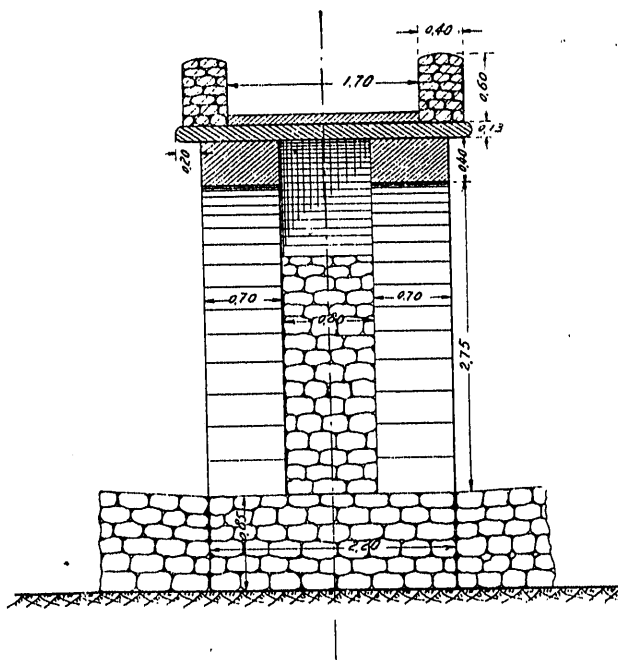


Fig. 3.ª Corte por la clave de los arcos y proyección de la parte derecha del puente.

guiaba el de conocer el nombre del ignorado constructor. Nuestras indagaciones han resultado inútiles, y, si gloria hay en la obra descrita, en la imposibilidad de honrar la persona, ha de recaer, como timbre de orgullo, en la ejecutoria de los constructores españoles.

Federico MORENO
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos