

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

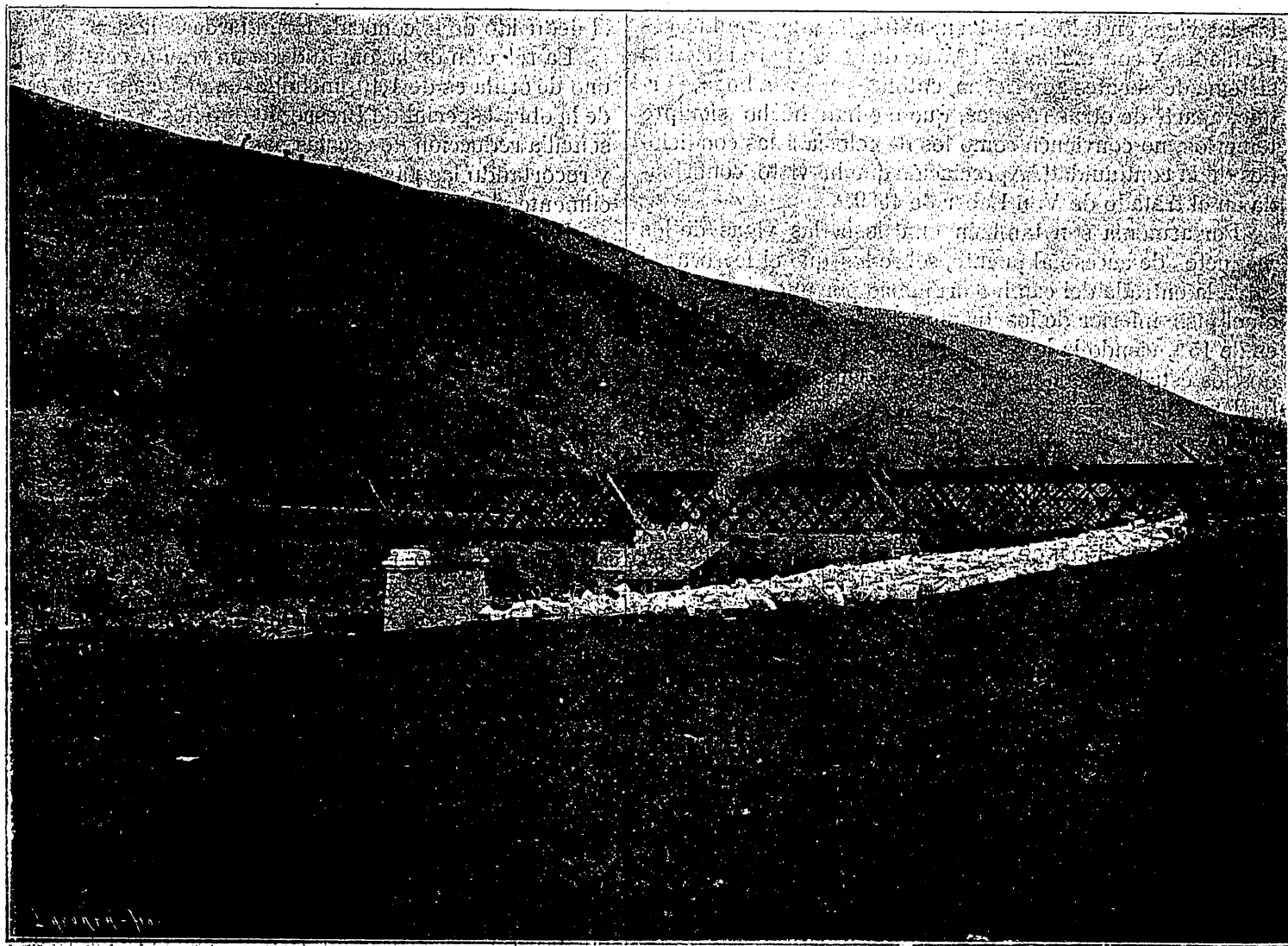
FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Redactor-Presidente..... Excmo. é Ilmo. Sr. D. Luis Sáinz, Inspector general de primera clase del Cuerpo.
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
 D. Luis Gaztelu, Profesor de la Escuela de Caminos.
 D. Manuel Maluquer, Ingeniero del mismo Cuerpo, *Secretario*.
Colaboradores..... Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
Corresponsal en Londres.. D. Enrique Sanchis, Ingeniero del mismo Cuerpo.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.

Puente sobre el Sil en San Clodio.—Carretera de Castro-Caldelas á Quiroga.



PUENTE INTERNACIONAL SOBRE EL RÍO MIÑO

SITUACIÓN.—Este puente enlaza nuestros ferrocarriles de Galicia con los del Norte de Portugal.
 Los Ingenieros de esta nación habían propuesto indistintamente tres pasos sobre el río Miño; cada uno con sus ventajas é inconvenientes peculiares; y escogió la solución intermedia; principalmente, porque situado así el puente á la puerta misma de la plaza de Valencia, en la dirección

de la inmediata ciudad de Tuy, podían facilitarse las relaciones entre estos dos centros de población de países hermanos apovechando los apoyos del puente del ferrocarril para establecer un paso para carruajes y peatones.
 El punto escogido presentaba también desde el punto de vista técnico la ventaja de poder determinar con facilidad y seguridad la luz de la obra. Va por allí el Miño tan encauzado, que alcanzando 310^m de anchura las aguas en el estiaje, no excede de 360 en las avenidas. La luz del puente entre sus estribos es de 330^m.

DISTRIBUCIÓN DE LUCES.—Para la distribución de esta luz, además de los tanteos ordinarios partiendo del valor de cada pila y del del metro lineal de tramo, según las luces, tuvimos muy en cuenta las faltas de la roca del subsuelo que acusaban el perfil del ancho que me facilitaron los Ingenieros portugueses.

Adopté, en consecuencia, 5 claros: 2 de orilla de 60^m de luz y 3 centrales de 66, medido entre paramentos de los apoyos.

ADOPCIÓN DE SISTEMA.—La importancia de las fundaciones no daba lugar á duda; había que proyectar un puente metálico, y los tramos rectos estaban indicados; yo entendí desde luego que, asimismo, la continuidad de las vigas; pero como por este tiempo (1878) existía entre muchos Ingenieros una verdadera preocupación contra la continuidad en las razones de su adopción, es en lo que más tuve que detenerme.

Adoptados los tramos continuos, yo no dudé en proyectar las vigas en celosía, si bien, naturalmente, con hierros perfilados y con mallas de 1^m,5 de diagonal; pero resistí al sistema de puentes americano, entonces en gran boga, porque, aparte de otras razones, que me han hecho siempre temerlos, no convienen como los de celosía á las condiciones de la continuidad. Apreciación que he visto confirmada en el tratado de Von Leber de 1889.

Por armonía son también en celosía las vigas de los viaductos de acceso al puente, sobre los que el ferrocarril salva la entrada del camino ordinario por uno y otro lado en el piso inferior de los tramos. La luz de los viaductos es de 15^m, siendo la longitud total de la obra, comprendidos los estribos de este viaducto, de 399^m,20.

DESCRIPCIÓN DEL TABLERO.—La considerable altura de la rasante del ferrocarril ha obligado á que el camino ordinario vaya por debajo. La anchura entre ejes de las vigas es de 5,50, con lo que resulta para la del firme 5,30 metros, que creí necesarios para el cruce desahogado de vehículos, y aun así obliga á una anchura de plataforma en la vía, entre los pasamanos de 6,20. El tránsito de peatones se establece sobre aceras voladizas exteriores á las vigas de 1,50 de anchura.

La altura de las vigas es de 6^m,60, y por la interposición de las viguetas transversales de 0^m,70 de altura, que sostienen la vía, y de las inferiores de 0^m,60 que sostienen la carretera, queda un espacio entre ellas de 5,30, que el espesor del firme reducen todavía á 5^m,10.

Las viguetas son en forma de doble T de nervio lleno, de 0^m,007 de espesor y escuadras de $\frac{70 \times 70}{9}$ para las inferiores y $\frac{90 \times 90}{11}$ para las superiores. Están espaciadas

á 3^m dos anchuras de malla, y á las inferiores se empalman las ménsulas que sostienen las aceras ó pasarelas.

La sección de las vigas principales es también una doble T simétrica; las cabezas presentan una anchura constante de 0,70^m, y el palastro vertical, al que se roblonan las barras de la celosía, tienen 0^m,500 de altura y 15 de espesor. Estas barras fueron proyectadas de hierros en T, y en la construcción han sido sustituidas por hierros en U.

INDICACIÓN DE LOS CÁLCULOS.—Partimos para el cálculo de las dimensiones de las piezas que sostienen el piso de la carretera de una sobrecarga de 400^k,5 por m.², como señalaban los formularios entonces vigentes.

Para los largueros y viguetas del piso superior de la

carga, producida en la situación más desfavorable por máquinas tender, de Engerth, de tres ejes motores de 11,8 toneladas distantes 1,35^m.

Para la sobrecarga producida por los trenes en las vigas longitudinales, supusimos trenes formados por tres locomotoras Engerth y vagones de dos ejes, distantes entre sí 3^m,5, de una longitud de 7,25 y un peso de 15,6 toneladas.

Este tren, para las luces de nuestro puente, producía momentos máximos de flexión y la situación más desfavorable, iguales, con gran aproximación, á una carga uniformemente distribuida de 4.000^k,5 por metro de vía. Lo que dedujimos por interpolación de las tablas publicadas hacia el año 1870 por el Ingeniero austriaco H. Schmidt, tablas que muchos años después, siguiendo los mismos principios, ha ampliado extensamente su compatriota Leber y están hoy tan extendidas.

Para peso propio de las vigas longitudinales tomamos el deducido de la conocida fórmula de Colignon.

La relación de la longitud de un tramo central á la de uno de orilla es de 1,10, incluida en el formulario gráfico de la obra especial de Bresse, lo que nos permitió con una sencilla reducción de escalas para la carga y la sobrecarga y recortando las parábolas correspondientes construir fácilmente el dibujo de los momentos máximos de flexión.

Para el de los esfuerzos cortantes nos fué forzoso recurrir al formulario analítico del mismo autor, no tan expedito.

Más numeroso y pesado fué el cálculo del roblonado de las diferentes piezas y especialmente el de las cubrejuntas; en estas uniones nos propusimos, dentro de los diferentes coeficientes adoptados é hipótesis admitidas, realizar asimismo, el sólido de igual resistencia.

REALIZACIÓN DE LA OBRA.—Aprobado el proyecto por los Gobiernos de España y Portugal, y después de formarse una comisión mixta de Ingenieros portugueses y españoles y redactado por los mismos un pliego de condiciones particulares y económicas, se anunció un concurso para la construcción del puente, en el que se admitirían proposiciones por separado para la construcción de los apoyos y del tablero, y asimismo alteraciones más ó ménos considerables del proyecto aprobado, presentando, en este caso, el proyecto completo de la obra.

Verificóse el concurso en Lishoa el 30 de Julio de 1881. De las diez proposiciones presentadas merece única y especial mención el proyecto de la Sociedad Villebroeck, redactado por Mr. Th. Seyrig. El ponente de la comisión que firma esta nota tuvo ocasión de ponderar el elegante trabajo que, sin embargo, no fué aceptado por la comisión por creerse excesiva la altura adoptada para las vigas longitudinales. Se tuvo en cuenta el proyecto de las pilas y se exigió la correspondiente variación en las mismas á la Société de Braine-le-Conte, á quien se adjudicó la construcción de la obra por haber presentado la proposición más económica para su realización, sujetándose al proyecto aprobado.

Las pilas se fundaron por medio del aire comprimido, como se suponía en el proyecto, pero solo la cámara de trabajo y los envolventes de la parte enterrada quedaban como obra definitiva de hierro; los cuerpos superiores son de fábrica de granito. El sistema de fundación es el que se siguió en las pilas y estribos establecidos en el lecho del río, en el puente de Mármãnde, sobre el Garona, que fué

objeto de la detallada memoria que poco después, en Febrero de 1883, publicó M. Sejourné en los *Anales des ponts et chaussées*.

El presupuesto de la obra era de 1.259.143 pesetas, equivalentes (al cambio de 188 reis por peseta) á 236.718 \$ 884 reis, que la casa de Braine-la-Conte reducía á 205.766 \$ 000, pero que en la liquidación definitiva de la obra llegó á los 240 contos por los aumentos de material que la casa logró en el tablero y aun en los espe-sores del granito de la fábrica de los estribos.

Las obras fueron dirigidas con toda atención y cuidado por el distinguido Ingeniero portugués D. Augusto Luciano S. de Cavalho, que publicó una curiosa y detallada monografía de las mismas.

Solo los estribos de la margen española se encomendaron á la división del Oeste, por unificar la inspección de la obra de hierro.

Las obras comenzaron á fin de 1881, y el puente, aunque el 18 de Agosto circularon los primeros vagones de servicio, no fué inaugurado hasta el 25 de Marzo de 1886. El plazo de ejecución propuesto era de dos años.

Terminaremos esta nota con una observación que demuestra lo difícil é incierto del resultado de los sondeos á ciertas profundidades. Según el perfil que me fué entregado por los laboriosos Ingenieros portugueses que habían dirigido el sondeo, solo la segunda pila, empezando por Portugal, descansaría sobre la arena, las otras tres se fundarían sobre roca ó profundidades de 18 á 22 metros bajo el estiaje, profundidades que también se asignaban á la segunda pila. Al realizar la obra, solo la pila inmediata á la margen de España se ha fundado sobre roca que se encontró á 16 metros bajo el estiaje; la inmediata descendió un metro más, donde se encontró un banco de cascajo; las otras dos sobre arena á los 22 metros.

Septiembre de 1897.

PELAYO MANCEBO.

PARIS.—GRAN COLECTOR SUBTERRÁNEO DE CLICHY.

UNA VISITA Á LAS OBRAS EN CONSTRUCCIÓN (*)

La higiene moderna lleva á las alcantarillas los desperdicios é inmundicias de la limpieza pública y doméstica, mezclados con cantidad tal de agua, que en París resultan insuficientes aquéllas, desde que se van desterrando las *extracciones parciales á domicilio*, de que tenemos en Barcelona un ejemplo. El sistema de *todo á la alcantarilla*, ha hecho necesario en París la construcción de un gran colector subterráneo desde la plaza de la Trinidad hasta Clichy, en una longitud de 2.575,30 metros dentro de París y 1.887^m,05 extramuros.

El proyecto obedece al plan general de saneamiento trazado por Durand-Claye hace veinte años, pero se debe su redacción al Ingeniero de Puentes y Calzadas M. Bech-

mann, Ingeniero Jefe del saneamiento de la villa, ayudado por M. Launay, Ingeniero Jefe adjunto y Legouéz, Ingeniero afecto al mismo servicio.

Las obras, comenzadas en Septiembre de 1895, aparte su gran importancia, tienen novedad por los procedimientos empleados por el contratista M. Fouguerolle para realizarlas.

Líneas generales del proyecto —El colector de Clichy ha de recoger todas las aguas de las demás alcantarillas de París, tanto de la orilla derecha como de la izquierda del Sena. Las de la orilla derecha verterán en él directamente por medio de grandes colectores secundarios. Las de la izquierda atravesarán el Sena por un sifón, ya construido en la plaza de la Concordia, que vierte las aguas en colectores secundarios, los cuales desembocarán en el de Clichy. Más tarde se continuará este último desde la plaza de la Trinidad, donde terminarán las obras que hoy se hacen, hasta el sifón de la plaza de la Concordia, y verterán las aguas de la orilla izquierda directamente en el gran colector.

Las obras de la margen derecha están todas realizadas y hacen su servicio, esperando la terminación de las obras del colector de Clichy para evacuar en él.

El nuevo colector tiene la sección y dimensiones que indica la figura. La curva de estrados, es una elipse de eje horizontal, cuyos diámetros miden 7^m,278 y 5^m,923. El intrados lleva dos banquetas que permiten el trabajo y vigilancia á los obreros encargados de este servicio.

La pendiente longitudinal es constantemente de 0,5 de milímetro por metro.

La profundidad del estradós de la solera del colector, varía naturalmente con las rasantes de las calles, siendo la máxima de 39^m,75 y la mínima de 6^m,30, quedando en este caso un espesor sobre la bóveda de 0^m377 únicamente.

El nivel medio ordinario de las aguas se calcula será de un metro, que corresponde á un gasto de 5.000 litros por segundo; pero durante las tempestades y grandes lluvias, se acumulará cantidad tal de agua que puede llegar á llenar la sección completa del colector.

Como estas avenidas pueden presentarse de improviso y la vida de los obreros que trabajan desde las banquetas corre peligro, se construyen de 100 en 100 metros refugios á los que se llega en último caso agarrados de los pasamanos que hay sobre las banquetas á un metro de altura. Los refugios son cámaras colocadas sobre el estradós de la bóveda, y se sube á ellas desde las banquetas por dos escaleras, una para cada banqueta. El tiro producido por la corriente de las aguas en las galerías de las escaleras sirve de ventilación á las cámaras donde están los obreros, que de otro modo llegarían á asfixiarse.

Para descender desde las calles hasta el colector, hay galerías con escaleras de pendiente moderada.

Todo está previsto en lo que cabe en un servicio de suyo malsano.

Construcción del colector. —Desde luego se comprende que la obra es imposible de hacer á cielo abierto; pero aun siéndolo, la necesidad de no interrumpir la circulación, y muy especialmente no tocar ni resentir los edificios, obliga á emplear el método de galería á sección llena por medio de broquel.

No nos detendríamos en describir más ó menos medianamente el sistema si no ofreciera la particularidad, el usado en esta obra, de poder hacer el revestimiento com-

(*) Debemos gratitud que nos complace poder hacer pública, á M. Legouéz, Ingeniero encargado de las obras y á M. Robin, Ayudante de las mismas. Ambos, junto con el contratista M. Fouguerolle, nos han acompañado y proporcionado cuantos datos y dibujos hemos necesitado para la publicación del presente artículo.