

damente dando cuenta de las particularidades que sean dignas de mención.

Como particularidad interesante, puede citarse la de que, siendo la capacidad útil igual á 471.520 metros cúbicos, resulta el coste total igual 6.1220.689 pesetas (1.036.699 pesetas, importe de la excavación del vaso, ya ejecutada,

más 5.083.990 pesetas, importe de las obras que faltan por ejecutar), con lo cual el metro cúbico de capacidad útil, prescindiendo del valor de los terrenos expropiados, costará 12,98 pesetas, cifra inferior á la obtenida en otras partes, como puede verse por el siguiente estado:

PRECIO DE VARIOS DEPÓSITOS DE AGUAS Y DEL METRO CÚBICO DE CAPACIDAD ÚTIL

NOMBRE DEL DEPÓSITO	Capacidad útil.	Coste total.	Valor del metro cúbico de capacidad útil.	OBSERVACIONES
	— Metros cúbicos.	— Francos.	— Francos.	
Burton-on-Trent	18.170	375.000	20,64	Con el valor del terreno.
Frankfort.....	20.000	1.140.000	57,00	
Villejuif (Paris).....	25.823	1.468.658	56,76	
Kilburn	27.261	575.000	21,09	
Widnes	45.440	974.325	21,44	
Woolwich (Londres).....	159.000	4.300.000	27,04	
Idem.....	109.000	3.075.000	28,21	
Saint-Cloud (Paris).....	200.000	13.381.000	66,98	
		Pesetas	Pesetas	
Depósito mayor (Madrid).....	183.000	3.250.028	17,76	
Tercer depósito en proyecto (Madrid).....	471.500	6.120.689	12,98	

REVISTA EXTRANJERA

El nuevo puente sobre el Niágara. (1)

Montaje.— El montaje de este puente es digno de estudio por las dificultades que presentó, no sólo por la magnitud de la obra, sino principalmente por la necesidad de construirla sin interrumpir el tránsito. Consiguióse este resultado casi por completo, pues solamente al final, mientras se armaba el piso, hubo necesidad de interrumpir el paso de los trenes durante dos horas diarias, eligiendo, naturalmente, las horas de menos movimiento. En el piso inferior, destinado al tránsito de carruajes, se prohibió también el paso durante este tiempo á causa de los peligros que hubiera ocasionado la obra del piso superior, llevada necesariamente con alguna precipitación.

El método de montaje que se adoptó es el usual en los puentes de esta clase; cada una de las dos mitades del arco se armó apoyada en su estribo correspondiente y amarrada á las laderas, por medio de cadenas horizontales á la altura de la cabeza superior, avanzando desde las márgenes hacia el centro, á manera de pescantes, hasta lograr su unión en la clave. La figura 10 representa la disposición general de las cadenas y de sus amarras. En la parte anterior se utilizaban como cadenas las cabezas superiores de los tramos rectos laterales, reforzados provisionalmente con este objeto; en el resto, los eslabones eran barras terminadas por ojos atravesados por clavijas. En la figura 11 se representan en mayor escala el aparato tensor, la disposición

adoptada para volver á ángulo recto la cadena al penetrar en el pozo y el fondo del pozo con los detalles de una de las placas de amarra. El tensor es un paralelogramo articulado, con una diagonal vertical, constituida por un tornillo que permite aumentar ó disminuir la longitud de aquélla, y en consecuencia de la diagonal horizontal que coincide con el eje de la cadena. Se ofrecieron algunas dudas respecto á la eficacia de este sistema, á causa del peso considerable que obraba sobre el aparato; pero funcionó satisfactoriamente, bastando para la maniobra diez y nueve operarios, que actuaban sobre las tuercas por medio de palancas como las que se usan en los cabrestantes.

El pozo tenía una sección rectangular de 1^m,50 por 1^m,80 y una profundidad de 6 metros; en el fondo se abrió una cámara de dimensiones suficientes para alojar la placa de amarra. Después de colocada esta placa y la parte de cadena comprendida en el pozo, se llenó éste de hormigón, y aunque no se tomó precaución alguna para separar la cadena de la fábrica, no se observaron grietas hasta que estuvieron montadas seis mallas del arco; aquellas grietas eran de poca importancia y no se vió que fueran en aumento.

Se pensó en emplear, para conducir las piezas á su posición, un cable metálico, apoyado en las pilas del puente antiguo, conforme á la disposición que había utilizado con éxito el Sr. Buck al montar el viaducto de Verrugas (Perú); pero el elevado coste de esta solución y la falta de experiencia en la aplicación de este sistema, decidieron á la casa constructora á emplear las dos grúas móviles que se ven en la figura 9 (1). El mayor peso que debían

(1) Véase el número anterior.

(1) Véase el grabado de la primera plana de este número.

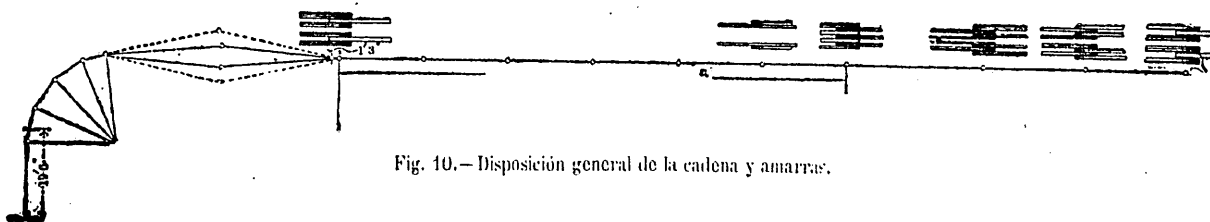


Fig. 10.— Disposición general de la cadena y amarras.

levantar era de 32 toneladas, pero tanto las grúas como las amarras tenían una resistencia muy superior. Cada grúa era puesta en acción por dos máquinas de vapor, situadas en las torres del antiguo puente colgado, al nivel del piso del ferrocarril, situación muy favorable por todos conceptos y que no dificultaba el paso por el puente.

Marcha de los trabajos.—Comenzóse montando los tramos laterales de 35^m,08 sobre andamiajes y en ellos la grúa móvil, que pudo avanzar así hasta la vertical del arranque, para colocar las primeras piezas del arco y todas las de la primera malla; la primera sección del arco se montó apoyándole por su extremo avanzado en un andamiaje ligero; pero una vez colocado el primer

planta y el alzado; su modo de funcionar se comprende á la simple inspección de la figura.

Hecha la unión en la clave y terminados los tramos laterales, se montó el piso inferior en su posición definitiva, se apoyaron en él las vigas de rigidez del puente colgado, y se desmontaron sus cables, péndolas y vientos. Para montar el piso superior definitivo, hubo necesidad (véase la figura 5) de desarmar el piso del puente colgado y las cabezas superiores de las vigas de rigidez; esta operación se efectuó trabajando solamente dos horas cada día, á fin de no interrumpir la circulación de trenes.

Después de colocadas las vías definitivas, se desmontaron las pilas metálicas del puente colgado y se construyeron los viaduc-

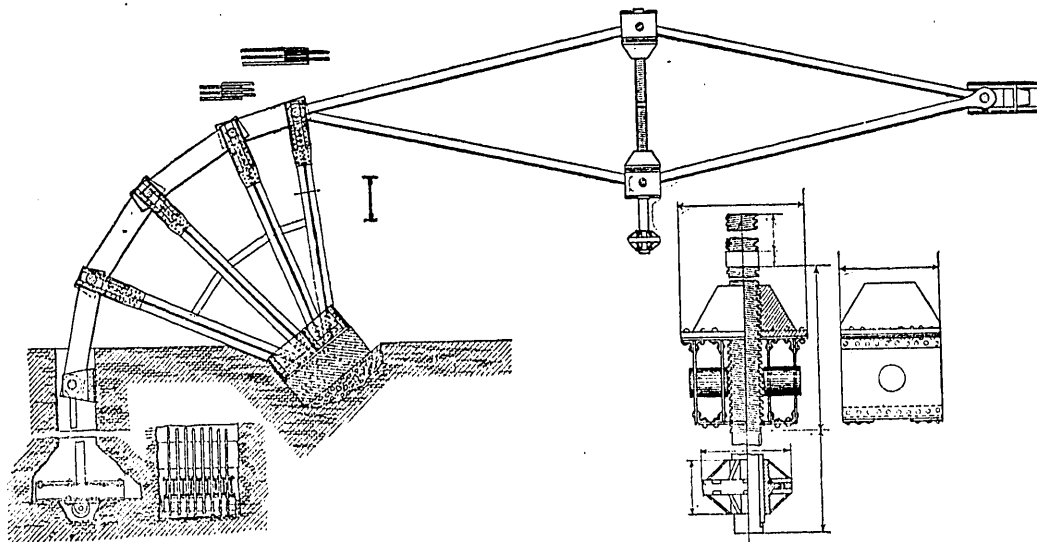


Fig. 11. — Detalles del tensor y de las amarras.

panel y ligado á las cadenas de amarra por medio de pasadores, se pudo situar en la posición exacta que le correspondía manobrando el tensor, y la obra pudo adelantar sin necesidad de más apoyo que las amarras descritas, bajando las piezas desde el extremo de la parte montada con el auxilio de la grúa.

A causa de la proximidad entre el piso reservado á la circulación de carruajes ordinarios en el nuevo puente y la parte inferior del puente colgado (figura 5), este piso se montó provisionalmente algo más bajo que su posición definitiva, á fin de evitar que cargasen sobre él las vigas de rigidez del puente colgado, fatigando excesivamente las amarras.

El montaje se efectuó así sin grandes dificultades hasta llegar á las inmediaciones de la clave. Mas, al soltar las cadenas para unir los extremos de las ménsulas, vinieron á apoyarse mutuamente los arcos, quedando sin llegar á tocarse y separados unos 12 milímetros los dos trozos de los largueros superiores, á pesar de que le correspondía al larguero una compresión de 350 toneladas, según los cálculos. A fin de que se realizase la distribución de esfuerzos prevista, era indispensable conseguir que trabajase en las condiciones indicadas. Aprovechando el juego que permitían los pasadores provisionales que se habían dejado para facilitar este ajuste, se logró reducir la separación entre los dos medios largueros á la mitad próximamente, y para conseguir dar al larguero la compresión que le correspondía hubo necesidad de separar los dos trozos forzándolos é introducir entre ellos una cuña. Esto se consiguió con el ingenioso aparato representado en la figura 12, donde se ven la

tos de acceso que enlazan el puente propiamente dicho con los terraplenes inmediatos.

Pruebas.—Las pruebas se efectuaron colocando en diversas posiciones sobre el puente dos trenes indefinidos, compuestos de seis locomotoras de 116 toneladas y 16^m,58 de longitud, seguidas de vagones de 30 toneladas. La carga por metro lineal que este tren representa es de 5.150 kilogramos.

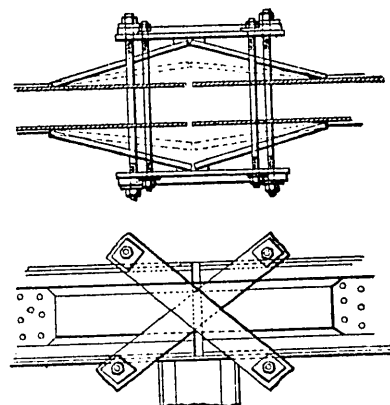


Fig. 12. — Aparato empleado para dar al larguero la compresión prevista en el proyecto

En la figura 6 se ven los diagramas de las deformaciones observadas en las pruebas. Las líneas de trazo continuo representan los aumentos de flecha con que se construyeron los arcos, relativamente á la forma teórica, estando descargada la obra, y las líneas de trazos las deformaciones obtenidas en las pruebas. Las

partes rayadas figuran las posiciones de las sobrecargas en el tramo central y en los laterales.

Según Mr. Buck, las aparentes irregularidades de estos diagramas deben ser atribuidas á inexactitudes en las observaciones, causadas por las condiciones atmosféricas desfavorables en que se efectuaron. Al suprimir la sobrecarga, el puente adquirió de nuevo la forma exacta que le correspondía.

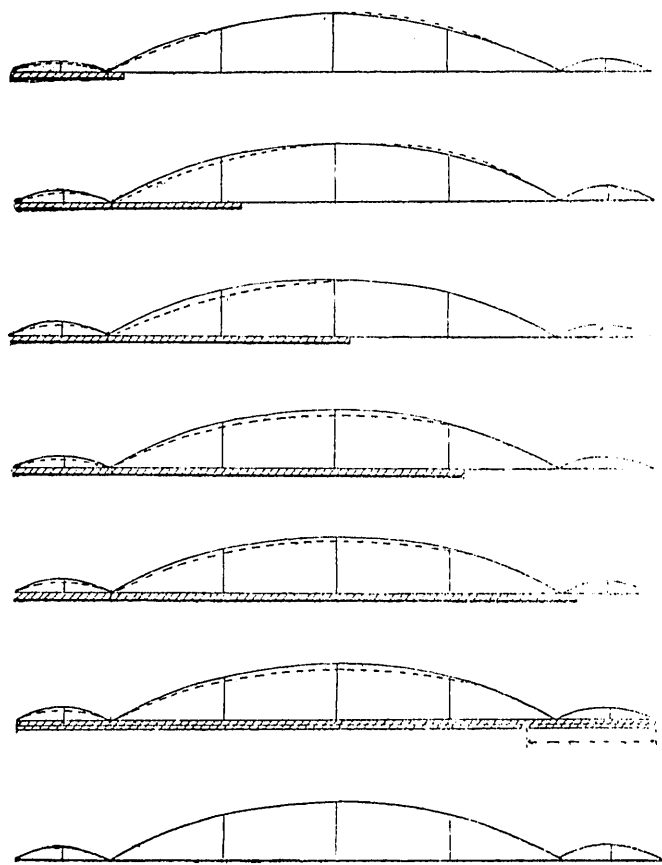


Fig. 13.—Diagramas de las deformaciones observadas en las pruebas.

Emprendiéronse las obras de fábrica de los estribos el 9 de Abril de 1896, y estaban terminadas el 28 de Septiembre del mismo año. El montaje de la parte metálica comenzó el 17 de Septiembre de 1896 y el puente quedó completamente terminado el 29 de Julio de 1897, abriéndose al tránsito el 27 de Agosto.

BIBLIOGRAFIA

Obras publicadas recientemente en el extranjero sobre abastecimiento de aguas, saneamiento é ingeniería rural.

Boldini (C.), Romano (G. A.) e De Kiriaki (A. S.)—La fognatura delle città: studio medico, tecnico, legale, con prefazione di Alessandro Pascolato. Venezia, stab. tip. lit. succ. M. Fontana, 1898, p. 320 con quattro tavole.

Boulnois (H. Percy)—The municipal and Sanitary Engineer Handbook. 3rd. ed. Revised and Enlarged. 8.º pp. 492. Spons.

Burton (W. K.)—The Water Supply of Towns and the Construction of Waterworks: A Practical Treatise for the Use of Engineers and Students of Engineering. With numerous Plates and other Illusts. 2nd ed. Revised and Extended. Roy 8.º, pp. 334. Crosby Lockwood and Son.

Irrigation Works in India and Egypt. Numerous maps and plans, imperial 8.º, cloth.

Bustini ing., Filadelfo, ing. e Villaresi ing.—Relazione della Commissione nominata dal ministero dei lavori pubblici, con decreto 5 novembre 1893 per lo studio e proposta di un riparto delle acque dell'Adda fra i Canali Muzza, Ritorto e roggia di Cassano. Milano, stab. tip. P. B. Bellini, 1897, 8.º, p. 387 con cinque tavole.

Coleman (T. E.)—Stable Sanitation and Construction. With 183 Illusts Cr. 8.º, pp. 226. Spons.

Deakin (Alfred)—Irrigated India: an Australian view of India and Ceylon, Aheir Irrigation and Agriculture, With a map, 800, cloth.

Gaudard (J.)—Barrage du Periyar. Barrages en voûtes; par J. Gaudard, professeur à l'Ecole d'ingénieurs de Lausanne. 35 pages, 1 pl. Baudry et C^{ie}, éditeurs, Paris.

Lefebvre (G.)—Service municipal. Plantations d'alignement; promenades, parcs et jardins publics, par Georges Lefebvre, Conducteur des ponts et chaussées, In-16. 359 p. avec fig. Tours, impr. Deslis frères. Paris, Vicq-Dunod et C^{ie}.

Marzolla ing. (Cav.-Ben.)—Consorzio per la distribuzione d'acqua di Serino nei comuni di Somma Vesubiana, Ottajano, S. Giuseppe Vesubiano, Scafati, Boscotrecase, Boscotrecase e Torre del Greco: progetto di massima. Napoli, tip. Angelo Trani, 1897, 8.º p. 42.

Muller. Reg.-Baumstr (Frdr.)—Das Wasserwesen der niederländischen Prov. Zeeland. Mit. 10 Taf. in Steindr., enth. 133 Abbildgn (in Mappe) sowie 121 Abbildgn. im Text. Lex-8.º (XXV, 612 S) B., W. Ernst und. Sohn.

Spinks (Wm.)—House Drainage: A Guide to the Design and Construction of Systems of Drainage and Sewage Disposal from Houses. With Tables, Illustrations, Extracts from the Public Health Acts, Metropolis Management Acts, and Model By-Laws Relating to House-Drainage, 8.º pp. 336 Biggs.

Strukel, Prof (M.)—Der Wasserbau. Nach der Vorträgen, geham polytechn. Institute in Helsingfors. 1. Thl. Mit 93 Text-fig. u. 6 Taf., nebst vollständ. Skizzenbuch, enth. 22 Taf. Lex-8.º (VIII, 144 u. 31 S.) Helsingfors, L. A. Twietmeyer in Komm. Nn. 12.

United States Department of Agriculture—Railroad Rates: Miscellaneous Bulletin No. 15. History, for the Past 30 or 40 Years, of the Rates of Transportation by Rail and Water on Principal Agricultural Products and also on merchandise used by Farmers. Washington, D. C. Pamphlet of 81 pages.

Vantini, ing. (Umb.)—Le costruzioni rurali. Milano, stab. tip. della casa edit. dott. Francesco Vallardi, 1898, 16.º, fig, p. 165. Biblioteca Vallardi. Piccola Enciclopedia illustrata.

Willcocks (W.)—M. Inst. C. E., Indian Public Works Department, Inspector of Irrigation, Egypt. With introduction by Lieut.-Col. J. C. Ross, R. E., C. M. G., Inspector-General of Irrigation. With numerous lithographs and wood engravings, royal 8vo, cloth.