

CUADRO B

ESFUERZOS DE LAS DIAGONALES

(Se supone que en los nudos puede actuar una carga aislada p_1 .)

Diagonal.	Nudo donde actúa la carga.	Número de la figura.	ESFUERZOS PARCIALES	ESFUERZOS TOTALES
g_2	2	3. ^a	$p_1 \times \frac{1}{48} \times \sqrt{45^2 + 36^2} = p_1 \times \frac{1}{48} \sqrt{3321}$	$p_1 \times \frac{1}{48} \times \sqrt{3321}$
	2	3. ^a	$p_1 \times \frac{1}{48} \times \sqrt{15^2 + 14^2} = p_1 \times \frac{1}{48} \sqrt{421}$	$p_1 \times \frac{1}{48} \times (\sqrt{421} + \sqrt{1684})$
	3	4. ^a	$p_1 \times \frac{1}{48} \times \sqrt{30^2 + 28^2} = p_1 \times \frac{1}{48} \sqrt{1684}$	
g'_1	3	4. ^a	$p_1 \times \frac{1}{48} \times \sqrt{30^2 + 4^2} = p_1 \times \frac{1}{48} \sqrt{916}$	$p_1 \times \frac{1}{48} \times (\sqrt{916} + \sqrt{229})$
	4	5. ^a	$p_1 \times \frac{1}{48} \times \sqrt{15^2 + 2^2} = p_1 \times \frac{1}{48} \sqrt{229}$	
g'_2	4	5. ^a	$p_1 \times \frac{1}{48} \times 45$	$p_1 \times \frac{1}{48} \times 45$

Aunque realmente es innecesaria la advertencia, indicaremos para terminar que todos los números hallados sólo pueden utilizarse en el caso de que la inclinación de los pares sea la misma que en el proyecto que describimos, es decir, de 2,5 de base por 1 de altura.

(Se continuará.)

FERNANDO ROJO Y SOJO.

REVISTA EXTRANJERA

Cimientos del puente de Casalmaggiore sobre el Po, ejecutados por medio del aire comprimido.

En el número 25 de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, correspondiente al 17 de Diciembre último, escribió el distinguido Ingeniero D. José Eugenio Ribera un interesante artículo acerca de la obra del Ingeniero italiano Sr. Lauro Pozzi sobre cimientos por aire comprimido, uno de los pocos libros especiales que tratan exclusivamente de tan importante estudio.

Contiene, en efecto, como indicaba el Sr. Ribera, gran número de datos relativos a las obras ejecutadas en Italia, dignas de ser conocidas, y cuyas descripciones no se encuentran en los libros franceses.

Creemos de interés, y aun de utilidad inmediata para muchos de nuestros lectores, extraer la descripción de alguna de esas obras italianas a que nos hemos referido.

Entre ellas, una de la más instructivas, por su importancia y por ser de las más modernas que se citan, es la cimentación de las pilas y estribos del puente de Casalmaggiore sobre el Po, en la línea de Piadena á Parma, que es de vía única.

Comprende 16 pilas y dos estribos, cuyas profundidades por debajo del estiaje varían para las primeras entre 20 y 26,21 metros, siendo las de los estribos 20^m,7 y 24^m,02 respectivamente.

La obra se ejecutó por los años 1885 á 1887; el sistema adoptado es el de cámaras de palastro. Cada cajón lleva dos chimeneas de acceso de 1 metro de diámetro, coronadas por sus correspondientes exclusas de aire.

Los cajones de los estribos tienen en planta forma rectangular de 10,04 de longitud interior y 3,50 de ancho (fig. 1, derecha.)

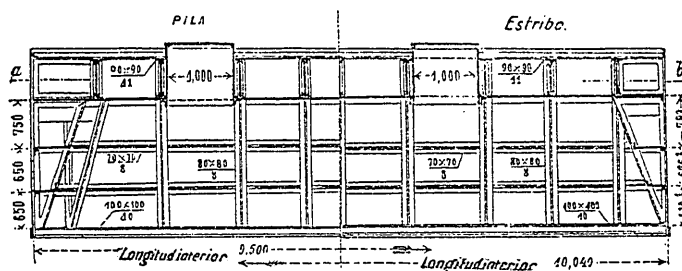
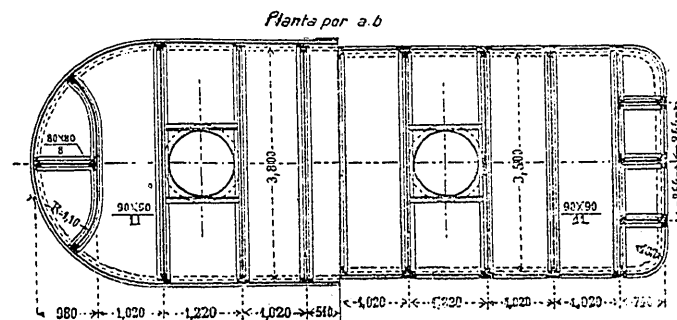


Fig 1



Los de las pilas tienen la forma rectangular terminada por dos semicírculos correspondientes a los tajamares; su longitud exterior es de 9,50 y el ancho 3,80 (fig. 1, izquierda.)

La composición de estos cajones no difiere de la generalmente usada en la actualidad, como puede observarse en la figura. Consta de chapas de palastro colocadas verticalmente, cuyo ancho es de 1^m,02 y cuya altura abarca toda la de la cámara de trabajo más el espesor del techo. El espesor de estas chapas es de 8 milímetros. La altura de la cámara de trabajo es 2^m,20, la de las viguetas 0^m,55 y el espesor del alma 8 milímetros. La separación de las viguetas varía entre 1^m,02 y 1^m,22, correspondiendo sus ejes con las cubrejuntas de los palastros y con los ejes de las consolas que se observan en el dibujo. La relación entre la altura y la luz de las viguetas es de $\frac{1}{6,91}$ en las pilas y de $\frac{1}{6,26}$ en los estri-

Los detalles de la composición de estos cajones pueden observarse en la figura, y en ella están acotadas las dimensiones de los diversos hierros de ángulo.

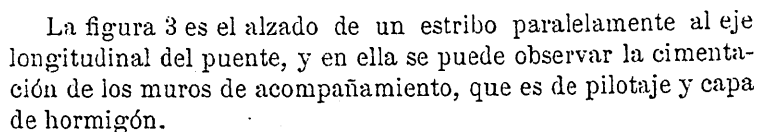
El peso del cajón de una pila es de 44 toneladas y los del estribo pesan 39,5; estos pesos son notablemente mayores que los que resultan de la conocida fórmula de Séjourné

en la cual P representa el perímetro de la planta y S su área.

Pero debe observarse que los cajones del puente de Marmande, de los cuales dedujo M. Séjourné su fórmula, tenían las paredes formadas de palastros de 6 milímetros de espesor y que la profundidad no excedía en aquel puente de 9 metros.

El Sr. Pozzi propone la fórmula

La figura 2 representa el conjunto de las disposiciones de una pila en corte longitudinal, alzados y planta.



Las chimeneas y las exclusas de aire servían únicamente para el paso de los operarios y para la introducción del hormigón de relleno de la cámara de trabajo, y no existía en ellas, por consiguiente, ningún aparato destinado á la elevación de los productos de la excavación.

El terreno atravesado era exclusivamente de arena, y para la extracción de los productos excavados se empleó el sistema de bombas de arena, como en el puente de San Luis sobre el Misisipí, si bien la disposición era diferente. Los materiales excavados eran arrojados por los operarios en un depósito de palastro colocado en el interior de la cámara, cuya superficie en la base

En el depósito desembocaba el tubo que conducía el agua comprimida por medio de una bomba impelente accionada por una máquina de vapor y un segundo tubo, que comunicaba en su extremo superior con la atmósfera, estaba destinado á la extracción de la mezcla de arena y agua que se formaba en el de-



pósito. Ambos tubos estaban provistos de llaves situadas al alcance de los operarios, quienes, maniobrándolas convenientemente, podían conseguir que el caudal del chorro de mezcla que vertía al exterior fuera sensiblemente constante. Estas disposiciones se ven en la figura 4.



El volumen medio de mezcla de arena y agua extraído durante veinticuatro horas de trabajo, era de unos 100 metros cúbicos, de los cuales $\frac{1}{3}$ era de arena. El descenso obtenido fué, por término medio, de un metro al día.

Para la producción del aire comprimido se emplearon dos

compresores acoplados del sistema Koy, de dobles cilindros, accionados por dos máquinas de vapor semifijas, de 70 caballos cada una, y además un compresor del sistema Sautter y Lemonnier, de un solo cilindro, puesto en movimiento por una locomóvil de 10 caballos. Esta última se aplicaba a las profundidades pequeñas, reservando las primeras para los casos en que las presiones eran grandes, con lo cual se consiguió poder trabajar simultáneamente en dos apoyos.

Los motores de las bombas de compresión accionaban al mismo tiempo la bomba impelente, que lanzaba al depósito de la cámara de trabajo el agua necesaria para formar la mezcla de arena y agua, la cual era empujada al exterior siguiendo el tubo de evacuación por la presión del aire comprimido sobre la superficie de la materia simifluida contenida en el depósito.

En el puente de Casalmaggiore no se extrajeron las envolventes de las chimeneas en toda su altura, sino solamente en una altura de 12 metros por debajo del estiaje; en esa parte los anillos, formados por chapas de un metro de altura, constituían secciones de tres metros, unidas entre sí por medio de hierros de ángulo colocados interiormente. La fábrica del relleno se construía en contacto con la chimenea hasta la altura mencionada, mientras que, en la parte superior, se dejaba un espacio anular hueco de 0^m,20 en el sentido del radio, para poder desmontar fácilmente los diversos trozos de la chimenea que podían utilizarse luego en otro apoyo.

Se adoptó este procedimiento para evitar las dificultades que hubieran surgido al desmontar las partes inferiores de las chimeneas, por causa de la profundidad considerable de estos cimientos.

Para el alumbrado de las cámaras de trabajo se empleó la luz eléctrica; funcionaban alternativamente dos dinamos capaces de alimentar 50 lámparas de seis bujías cada una. Estas máquinas procedían de la fábrica de R. Alioth y Compañía, de Basilea, y eran accionadas por un motor Davey-Paxman y Compañía, de Colchester; había además una pequeña locomóvil de repuesto con una potencia de 4 caballos.

Para la ejecución, se construyó un puente provisional de madera, inmediato al definitivo y de la misma longitud, recorrido por un ferrocarril de 0^m,50 de ancho, de simple vía en general, pero dotado de algunos apartaderos. El ancho normal del puente de servicio era de 3^m,90 y en los apartaderos se aumentaba hasta 5^m,90. Era del tipo de largueros y jabalcones apoyados en palizadas simples; las luces eran de 8 metros. No ofrece ninguna particularidad digna de mención.

La presión sobre el terreno es de 5,08 kilogramos por centímetro cuadrado. El cubo total de materiales extraídos alcanza la cifra de 13.416 metros cúbicos.

La duración de la hinca, incluyendo la del relleno de las cámaras de trabajo, varió entre quince y veinte días para las pilas y de quince a treinta y seis y medio para los estribos.

El coste total de la obra fué de 3.474.356 liras, lo que arroja un precio de 101 liras por metro cúbico de cimiento.

La relación del coste de los apoyos al total de la obra resulta ser de 0,479, y el coste de los apoyos por metro lineal de puente 1.512 liras.

Las prácticas modernas en la instalación de pararray.s.

Recientemente han presentado a la Academia de Ciencias de París los Sres. Mildé y Grenet una relación de las disposiciones que han adoptado al establecer los pararrayos de la torre de Saint Jacques (París), nota que resume las prácticas más aceptadas en la actualidad, por lo cual la juzgamos útil para nuestros lectores y vamos a darla a conocer.

Según lo comunicó ya a la Academia M. E. Grenet (*Comptes rendus*, 17 de Abril de 1884), el empleo de un conductor de cobre rojo preserva los edificios de un modo absoluto, por muy violenta que sea la tempestad que estalle en sus inmediaciones.

El conductor es una cinta metálica que constituye una verdadera red, en cuyo interior queda encerrado el edificio que se trata de proteger.

Un rayo que estalló en condiciones dignas de ser observadas el 7 de Julio de 1896 sobre la torre de Saint Jacques, en la cual acabábamos de establecer nuestro sistema de protección por orden de la autoridad municipal, ha demostrado su completa eficacia, y el asunto nos parece susceptible, por sus particularidades, de despertar el interés de la Academia.

Según la relación oficial, redactada por el director de este Observatorio, estalló una primera descarga a 21^h 58^m 22^s; se observó en el zenit un brillante relámpago, acompañado de un trueno formidable; la temperatura de la punta del pararrayos se elevó al rojo en una longitud de 50 a 60 centímetros. Se oyó el ruido característico de la emisión de un violento efluvio.

Los mismos fenómenos se produjeron, salvo algunas diferencias en la intensidad, a 22^h 1^m 4^s, a 22^h 1^m 43^s, a 22^h 7^m 25^s y, finalmente, la quinta y última descarga a 22^h 14^m 10^s.

A pesar de la violencia de estas explosiones sucesivas y al contrario de lo que sucedía anteriormente en casos análogos, aun no estallando los rayos directamente sobre la torre, los observadores pudieron permanecer en la plataforma con toda tranquilidad de ánimo y sin experimentar ningún efecto físico sensible, y registrar minuciosamente todos los pormenores y todas las fases de la tempestad que se desencadenaba a su alrededor. Creemos que no carecen de interés para la Academia los detalles de la disposición que hemos adoptado en esta construcción.

De acuerdo con las prescripciones contenidas en la Instrucción de Gay Lussac, adoptada por la Academia desde 1823, hemos dispuesto un doble conductor que envuelve completamente a la torre de Saint Jacques en toda su altura.

Uno de estos conductores está en comunicación con las cañerías principales de las canalizaciones de agua y de gas, y el otro termina en un contacto especial con la tierra, constituido por un tubo de palastro de 0^m,15 de diámetro y 10 metros de largo, hincado en el terreno. Estas disposiciones están también de acuerdo con las indicaciones dadas por la Comisión de los pararrayos para los edificios del Estado.

Los conductores que hemos empleado están constituidos por cintas de cobre rojo de 0^m,03 de ancho y de un milímetro de espesor, perfectamente flexibles; se aplican sin formar resalto contra las paredes del monumento a cuyas molduras se adaptan con exactitud.

Hemos guarnecido la parte exterior de la plataforma con un circuito que liga las puntas de cobre rojo dispuestas sobre los remates de las estatuas que ocupan los cuatro ángulos.

Además, en el centro se eleva una larga barra cuya altura excede en 0^m,20 a la de la estatua de Santiago, la cual domina a todas las demás.

Para completar la protección de los observadores que se encuentran rodeados de objetos metálicos de todas clases en la plataforma en que estacionan, hemos añadido a la barra central un anillo que se puede elevar a voluntad sirviéndose de la polea de la bandera, y lleva cuatro cadenas metálicas fijadas a cada una de las cuatro puntas de las estatuas.

De este modo hemos constituido un inmenso velo eléctrico a cuyo abrigo se encuentran los observadores en perfecta seguridad.

Resistencia de los tirafondos al arranque.

El *American Machinist* ha dado cuenta de los resultados de unos interesantes experimentos sobre la resistencia al arranque de los tirafondos fijados en la madera.

Se abrían los agujeros con una barrena ordinaria de carpintero en piezas de madera de diversas especies, de 20 centímetros de escuadria, y se fijaban los tirafondos atornillándolos, como de ordinario; después se tiraba de la cabeza del tirafondo hasta arrancarlo de la madera por medio de la máquina de ensayos de Olsen.