

REVISTA EXTRANJERA

Puente de hormigón armado de tres articulaciones sobre el río Noce, en la Basilicata (Italia).

No hace mucho que se ha puesto en servicio en la Basilicata el puente sobre el río Noce en el camino municipal que de Rivello va hacia Trechina, enlazando el primer trozo de la carretera nacional núm. 57 con la provincial Lauria-Maratora. El puente es de hormigón armado y está constituido por un solo arco de 30

hubiera sido más oportuno el empleo de la estructura ordinaria. Sea como fuere el puente de que tratamos, presenta un especial interés por haber dado lugar á una nueva y recientísima aplicación de las articulaciones del tipo hace pocos años ideado por el Ingeniero Mesnager.

El puente ha sido construido por la sucursal romana de la llamada ing. Canovale Delle Piane e. C. (en la actualidad ing. A. Provera e. C.).

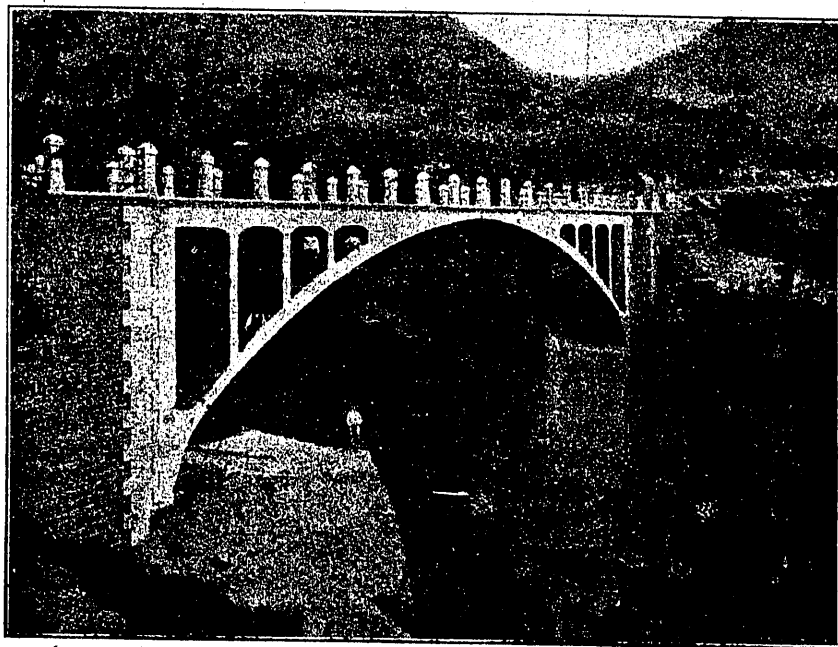


Fig. 1.ª

metros de cuerda, con 6 metros de flecha, apoyándose sobre este arco, mediante pilarillos, el tablero del puente. El arco tiene tres articulaciones, dos cerca de las impostas y una en la clave. La figura 1.ª representa una vista de este puente, la 2.ª una sección longitudinal y las 3.ª y 4.ª secciones transversales.

Damos á continuación, extractando un artículo publicado

Estando el álveo del río encajonado entre rápidas orillas de gran profundidad bajo el plano del camino (cerca de 30 metros), la armadura provisional del arco ha tenido una gran importancia, pero sin presentar especial dificultad.

El tablero está formado de una solera de 30 centímetros de espesor de tramos principales y tramos secundarios; en la clave

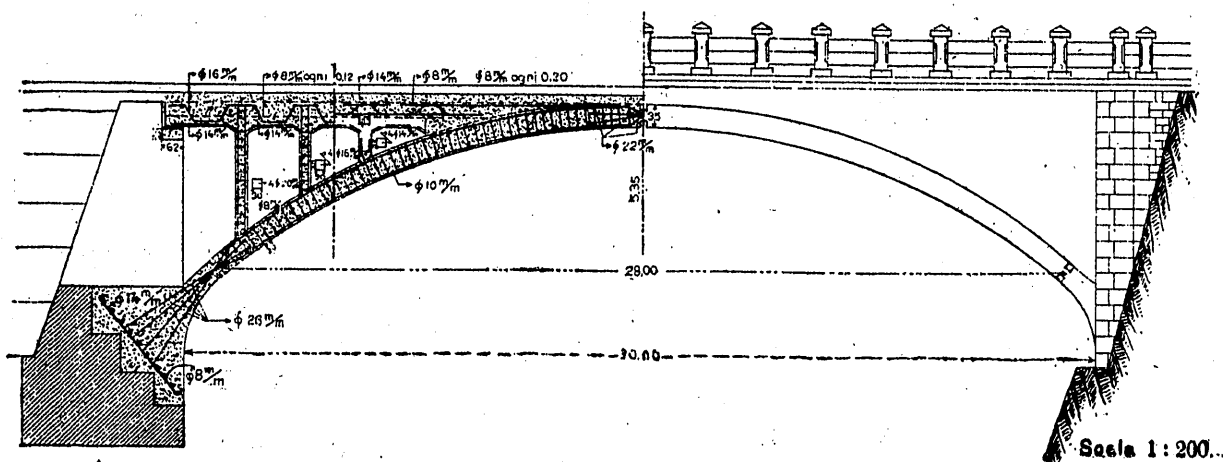


Fig. 2.ª

por el *Giornale del Genio Civile*, una sucinta descripción de este puente tal como la hace esta revista tomándola de los *Annali d'Ingegneria e d'Architettura*, fijándonos, sobre todo, en lo que se refiere á las mencionadas articulaciones.

Ignora el motivo por los cuales se ha adoptado la estructura de hormigón armado en un caso como éste en el cual parece que

se apoya directamente sobre el trasdós del arco y en las partes restantes es soportado por un cuádruple orden de pilarillos incrustados en el arco y unidos entre sí por diagonales y contra-diagonales; disposición es ésta oportunísima en semejantes casos, porque, eliminando por completo los esfuerzos secundarios que pueden venir á originarse en los pilarillos por especiales

distribuciones de la carga y de las variaciones de la temperatura, hace mucho más uniformes las solicitaciones en el arco. La constitución del tablero es normal al eje del camino, de modo que los tramos secundarios hacen sólo oficio de ligazón y de resistencia contra las solicitaciones transversales (acciones del viento, dilataciones térmicas, etc.).

Siendo el arco, como ya hemos dicho, de tres articulaciones,

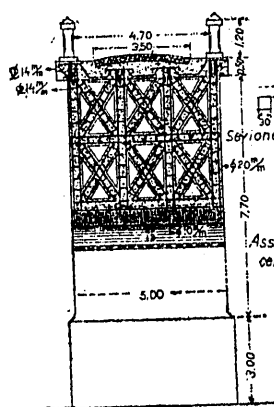


Fig. 3.ª

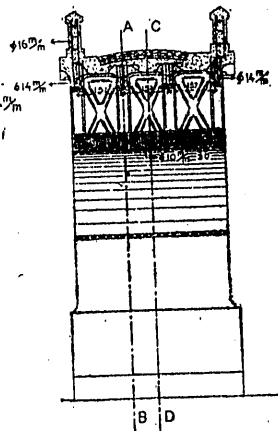


Fig. 4.ª

y, por lo tanto, mucho más sensible a las variaciones de flecha, tanto las cargas accidentales cuanto las variaciones de temperatura pueden engendrar esfuerzos secundarios tanto en los pilarillos como en el tablero. Para los pilarillos se han tomado precauciones, como hemos dicho, con un sistema de diagonales y contradiagonales (figuras 3.ª y 4.ª). Para el tablero se pensó en limitar aquellos esfuerzos haciendo que se apoyara en hojas de plomo.

El arco de sostén no tiene nervadura, pero está constituido

de 10 milímetros bien unidos por estribos colocados a la distancia longitudinal de 30 centímetros y acompañados en el trasdós por barras de 8 milímetros colocadas cada 25 centímetros normalmente al eje, barras que hacen el oficio de repartición.

Vamos ahora, siguiendo al autor, a hablar de las articulaciones Mesnager (figuras 5.ª a 7.ª; esta última representa la disposición de los paquetes de hierro en las articulaciones). Tales articulaciones, cuya rápida difusión son ya un seguro indicio de la bondad del sistema, son de una extraordinaria sencillez, puesto que sólo resultan de un estrechamiento del arco, estrechamiento armado con hierros redondos flexibles dispuestos longitudinalmente, las cuales vienen a soportar todos los esfuerzos de la construcción.

Es claro que si en vez de disponer los hierros de la armadura en un solo plano se disponen en dos planos formando entre sí un cierto ángulo, se viene a individualizar en su intersección un eje horizontal, normal al eje del camino, que es el único eje de rotación admisible para la bóveda y constituye también el eje de la articulación.

Para hacer más uniformes los esfuerzos, en todas las aplicaciones que se han hecho hasta ahora del sistema los hierros están dispuestos no en dos planos, sino en cuatro, formando haz, pero el eje del haz es siempre el eje de la articulación. Con este objeto los hierros se unen en paquetes de cuatro barras en contacto entre sí (fig. 7.ª), dispuestas según ángulos convenientes y unidas por una fuerte ligazón de hierro plano formando una espiral. Estos paquetes, perfectamente manejables dada la no excesiva longitud de los hierros, se preparan al pie de obra y se ponen después en su sitio con gran facilidad.

Tal es el tipo de articulación adoptado para el puente sobre el Noce.

En este caso el estrechamiento, según las indicaciones de Mesnager, el cual aconseja que sea de $\frac{1}{8}$, próximamente, del

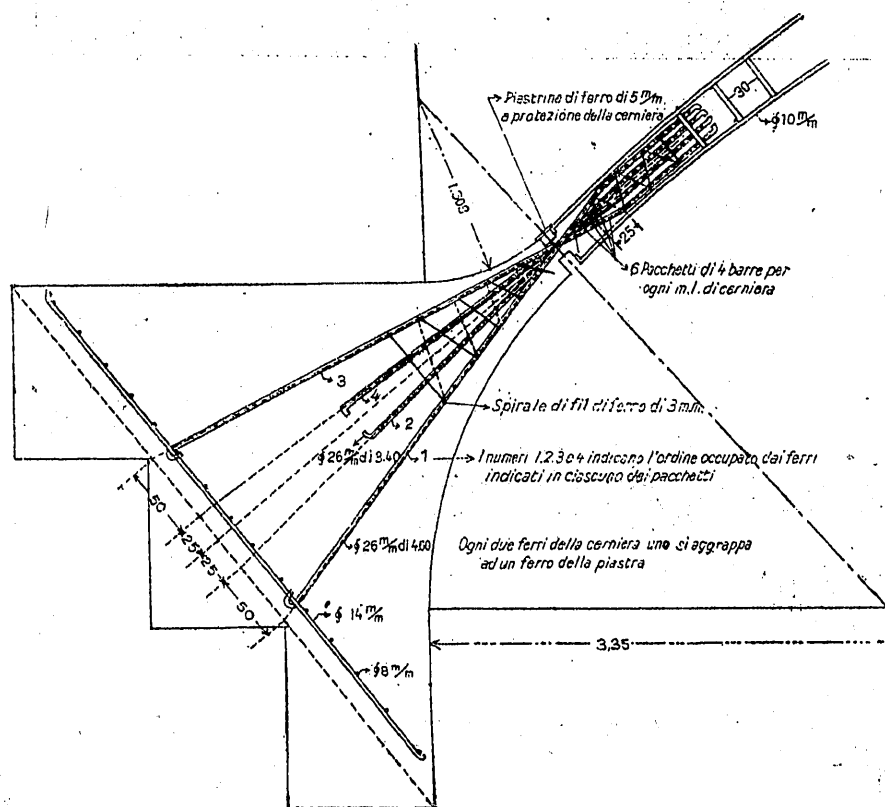


Fig. 5.ª

por una pieza continua que tiene un espesor de 35 centímetros en la clave y de 60 centímetros en las secciones medias de cada semiarco. Las articulaciones de imposta están a la distancia de un metro de las impostas del arco, a las cuales se une por ménsulas y cojinetes de apoyo. En las líneas de articulaciones de imposta la luz del arco es de 29 metros y la flecha de 5,35 metros. La armadura del arco es simétrica y resulta de los hierros

grueso del arco, tiene las dimensiones de $0,12 \times 0,12$ y fue en seguida fuertemente rodeado por el hormigón; para evitar que en la concavidad que resulta quede agua estancada se le ha cubierto por una ligera plancha. Respecto a la armadura, la articulación de la clave está constituida por 24 hierros de 22 milímetros, unidos cuatro a cuatro en paquetes dispuestos a intervalos a 16,6 centímetros. Siendo la máxima solicitación admi-

ble en la clave igual á 60 toneladas, el esfuerzo en el hierro resulta de 600 kilogramos por centímetro cuadrado.

Para las articulaciones de imposta, donde la sollicitación admisible es de 78 toneladas, los 24 hierros son de 26 milímetros y el esfuerzo unitario en el hierro resulta de 612 kilogramos. Valores tan bajos para la sollicitación unitaria en el hierro son aconsejados por el mismo Mesnager por tener en cuenta la discontinuidad de la articulación, los esfuerzos secundarios y las sollicitaciones dinámicas.

Señalabamos antes la perfecta manejabilidad de los paquetes á causa de la pequeña longitud de los hierros. En efecto, si hacemos el cálculo de la longitud de anclaje necesaria, se tiene que, llamando α al coeficiente de adherencia entre el hierro y la sustancia conglomerante, σ el esfuerzo unitario del hierro, d el diámetro de los hierros y l su longitud, se tendrá antes la rotura que el corrimiento de los hierros cuando sea

$$\frac{\pi d^2}{4} \sigma \leq \alpha \pi d l.$$

Resulta de aquí la longitud del anclaje $l \geq \frac{\sigma d}{4 \alpha}$ donde σ no debe ser superior á 800 kilogramos por centímetro cuadrado y α actúa sobre 5 kilogramos por centímetro cuadrado. Mesnager en sus construcciones considera oportuna una longitud de

van á descargar los esfuerzos de toda la obra, el más pequeño descuido en la construcción puede tener consecuencias ruinosas. Basta pensar que con este tipo se viene á formar una articulación solamente ideal por intersección de planos y que, por consecuencia, si los cuatro hierros de los paquetes no están dispuestos según ángulos convenientes, si los diversos paquetes no vienen á actuar con la máxima diligencia, si, en fin, por un defecto cualquiera de ejecución, la alineación perfecta de los hierros viene á faltar, la articulación no existe y la disposición que puede causar, como ya ha acaecido con demasiada frecuencia, la completa ruina de la obra. Tales dolorosos accidentes, termina la revista italiana, no deben, en modo alguno, imputarse al tipo de la articulación, sino á la impericia ó ligereza del constructor; de ahora en adelante numerosísimos experimentos prácticos permitirán tener plena confianza en este tipo de articulación.

El segundo túnel del Simplón.

Las obras del túnel del Simplón han sufrido también las consecuencias de las circunstancias actuales debidas á la guerra. Por orden de las Autoridades, los talleres del lado septentrional se cerraron por completo el 22 de Agosto de 1914, volviéndose á abrir normalmente el 7 de Febrero de 1916.

Al Sur, los trabajos, no han sufrido ninguna interrupción; pero la entrada de Italia en la guerra el 24 de Mayo de 1915 ha llevado consigo la reducción del número de trabajadores.

Antes de la guerra, la dirección de las obras ocupaba á un millar de trabajadores en una y otra vertiente; en la actualidad es difícil procurarse 500 ó 600 hombres para cada taller. Es necesario, además, añadir que en el taller de Iselle no hay más que trabajadores de más de cuarenta y dos años de edad ó de menos

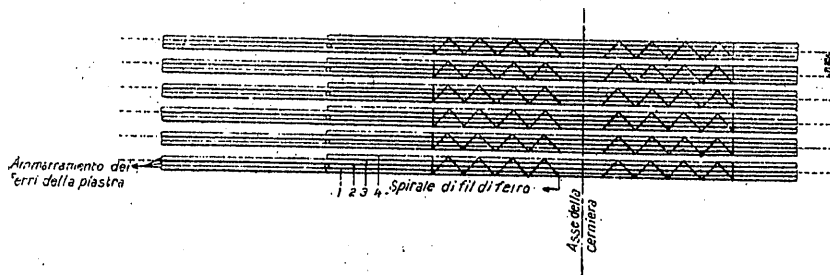


Fig. 7.ª

anclaje igual á 40 d . En el puente del Noce la articulación de la clave tiene hierros de 3,40 metros (igual á una longitud anclada de 38 diámetros), y las articulaciones de imposta tienen también hierros de 3,40 metros (igual á una longitud anclada de 35 diámetros); pero dos hierros de cada paquete tienen la longitud de 4,60 metros, longitud que les permite servir también de armadura á las ménsulas de apoyo y llegar á fijarse en una plancha de anclaje constituida por barras de 24 milímetros dispuestas normalmente á la bisectriz de los hierros y por hierros de reparación de 8 milímetros.

Aunque sólo de este brevísimo bosquejo se pueden deducir las ventajas é inconvenientes de las articulaciones Mesnager, las detallaremos diciendo que son ventajosas: su costo muy limitado; la sencillez y la seguridad grandísimas en comparación con los otros tipos, no habiendo complicaciones de piezas metálicas por construirse expresamente, ni temores de corrimientos desastrosos ó de ajustamientos imperfectos; la gran sensibilidad, de la que es una prueba que en el puente del Noce observaciones cuidadosísimas dieron por resultado una variación de flecha de cerca de 3 centímetros de la mañana á la tarde, variación debida exclusivamente á la diferencia de temperatura. Los inconvenientes, por el contrario, se reducen esencialmente á uno solo: la absoluta necesidad de una cuidadosísima construcción.

Se comprende fácilmente que, siendo aquel el punto en que

de dieciocho, lo cual hace, como es natural, que se resienta la calidad de los trabajos por ellos realizados.

En estas condiciones, las obras progresan diariamente á razón de 6 metros por el lado septentrional y 4 y medio por el meridional.

El 11 de Julio de 1916 el túnel había alcanzado una longitud de 6.200 metros al Norte y de 7.500 al Sur. Aun admitiendo que persistan estas circunstancias, se puede esperar que el túnel se terminará el 31 de Diciembre de 1917 por el lado septentrional y el 31 de Agosto de 1918 por el meridional.

En el lado meridional, la dificultad cada vez mayor de procurarse trabajadores especiales, indicada anteriormente, obligará, sin duda, á detener momentáneamente los trabajos de excavación, pero concluyendo, sin embargo, la mampostería; el 31 de Diciembre de 1916 se había llegado al kilómetro 7,982, de modo que quedará un trozo no terminado de 2.428 metros de longitud.

En el lado septentrional, por el contrario, donde la bóveda había alcanzado el 31 de Diciembre de 1916 el kilómetro 6,830, se han continuado las obras en los 2.033 metros que quedan todavía que hacer, para llegar á la estación del interior del túnel; después, una vez que terminen en este punto, se volverá entonces á emprender el trabajo desde esta estación, para atacar y concluir los 2.438 metros que quedan del lado meridional.