

descendida. En fin, no se ha establecido la influencia de un encoframiento de tablestacas. Varios coeficientes de seguridad tienen en cuenta estas diversas incertidumbres.

COMPARACIÓN DE ESTE SISTEMA CON LOS OTROS MÉTODOS DE FUNDACIÓN.—1.º *Agotamiento a excavación descubierta*: Procedimiento más costoso: es necesario extraer más agua; los movimientos de tierra son más considerables; son de temer la corriente de la arena y la formación de manantiales en el fondo; la elevación de los escombros en seco es imposible.

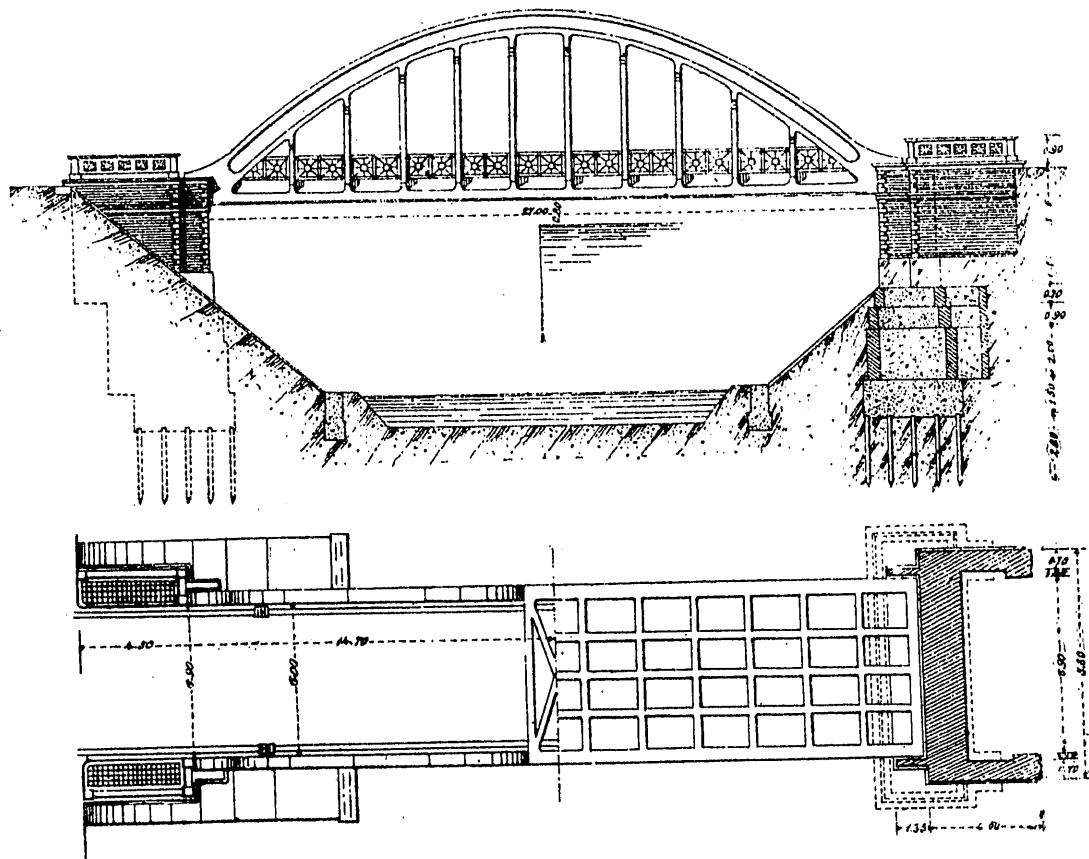
2.º *Hormigón vertido bajo el agua*: No se puede garantizar la calidad del hormigón vertido bajo el agua entre encofrados de tablestacas; el precio del hormigón será más caro, la cantidad más grande; será necesario un gran consumo de tablestacas de acero; la economía que pueda realizarse no está demostrada de ningún modo.

3.º *Fundación sobre pozos*: Excluida en el caso que nos ocupa a causa de la composición heterogénea del subsuelo.

4.º *Fundación por el aire comprimido*: Es independiente del nivel de la capa ácuea, pero es extraordinariamente costosa a

7.º *Fundación por congelación del terreno acuoso*: Se tuvo la idea de este método para la construcción de las nuevas esclusas de Brunsbüttel y de Holtenu, en el canal de Kiel, donde existía la necesidad de bajar el nivel de la capa acuifero 20 metros en las capas de arena fina. El aislamiento de toda la excavación por medio de una ataguía congelada conduce a gastos elevados y sería de desear que no se emplease este método más que para la fundación de las cabezas, fundándose los muros de una manera más económica. En Linne, la gran permeabilidad del subsuelo, recorrido por corrientes de agua bastante fuertes, conduciría a un mediano rendimiento de este método.

8.º *Petrificación del subsuelo por inyección de cemento*: Vista la naturaleza del subsuelo de Linne, muy abundante en grava, existiría el intento de transformarle en hormigón por inyecciones de cemento; pero su composición es demasiado heterogénea para poder fiarse de él. Este método sería, sin embargo, digno de ensayo, para formar, por ejemplo, entre los encofrados un zampeado más o menos impermeable, lo que disminuiría mucho el trabajo de las bombas.



Figs. 1.ª y 2.ª

causa de la profundidad reducida de las fundaciones, comparada con su vasta extensión.

5.º *Cajones de hormigón armado construidos de antemano y hundidos en el sitio conveniente*: (Tipo de los muros de muelle de Rotterdam, de Copenhague, etc.) Sistema poco satisfactorio a causa de la naturaleza del subsuelo que no es casi plástico. Son de temer huecos y derrumbamientos ulteriores, sobre todo con la caída de agua bastante considerable de las obras de embalse que hay que crear.

6.º *Fundación independiente de los muros del tipo elevado con pilotes de soporte de hormigón*: Fundaciones desemejantes para las cabezas y los muros deben evitarse, si es posible. Por otra parte, el muro de fundaciones elevadas sobre pilotes no es más barato que el muro macizo construido en seco, que presenta más seguridad. Este método no es casi aplicable más que cuando se fundan las cabezas también sin agotamiento, ya sobre hormigón vertido bajo el agua, ya por el aire comprimido. La diversidad de las fundaciones exige mucho personal y da un conjunto de trabajo heterogéneo.

Según M. A. Bijls, para las obras de la presa y esclusa de Linne el método de las fundaciones por descenso de la capa acuifera es el más recomendable. La calidad del trabajo puede examinarse en cualquier momento y así será posible construir una obra que presente el máximo de seguridad, empleando al mismo tiempo el mínimo de materiales de menor precio.

Puente de hormigón armado sobre el torrente Crostolo en Roncesci (Reggio Emilia, Italia).

Esta obra es de vigas constituidas por arcos parabólicos levantados con tirantes que unen los arranques al nivel del tablero. Este último comprende una plataforma de hormigón armado suspendido a los arcos por pilastras rectangulares también de hormigón armado. Los apoyos sobre los estribos, dos fijos y dos móviles, son del tipo habitual de los apoyos de los puentes isostáticos sobre dos apoyos.

Damos a continuación las características principales de este puente, que tomamos del *Giornale del Genio Civile*, así como las figuras 1.ª a 3.ª que le representan.

Las tensiones máximas admitidas para el cálculo de esta obra son: hormigón, 35 kilogramos por centímetro cuadrado; acero, 860 kilogramos por centímetro cuadrado.

Dimensiones del arco: longitud teórica entre apoyos, 27 metros; flecha, 5 metros; altura en la clave, 80 centímetros; altura en los arranques, un metro; anchura constante, 45 centímetros.

El arco está armado simétricamente con 12 barras de 35 milímetros de diámetro. Los tirantes están armados de barras redondas ensambladas por manguitos y sujetas con pernos sobre placas de acero dispuestas perpendicularmente a las zapatas de los ejes de apoyo. Para asegurar una resistencia suficiente a los arranques, el arco está zunchado sobre una cierta longitud y solidarizado por barras oblicuas al tirante.

Las pilastras que soportan el tablero del puente tienen una sección de 20 por 30 centímetros y están armadas con cuatro barras de tensión de 5 centímetros de diámetro replegadas alrededor de las armaduras del arco y del tirante.

La unión con el arco está reforzada por otras cuatro barras de 3 centímetros de diámetro.

La composición adoptada para el hormigón fué la siguiente:

de compresión máxima en el arco (trasdós e intradós). Estas sobrecargas se aumentaron en un 50 por 100 para tener en cuenta la solidaridad de las partes no cargadas. En total, la sobrecarga de prueba así constituida era de 1.250 kilogramos por metro cuadrado, comprendiendo el peso del encofrado.

La medida de las deformaciones se efectuó por medio de flexímetros Griot distribuidos de la manera siguiente:

Un flexímetro bajo cada larguero extremo de la plataforma y enfrente del montante correspondiente.

Un flexímetro a semialtura de cada uno de los dos montantes de clave y de los montantes de arranque.

Un flexímetro en la clave del arco.

Las flexiones bajo cargas que se hicieron constar fueron las siguientes:

Flexímetros de los montantes de clave: agua abajo, 3,6 milímetros; agua arriba, 3,8 milímetros.

Flexímetros de los montantes de arranque, a la derecha: agua abajo, 0,35 milímetros; agua arriba, 0,31 milímetros.

Flexímetros de los montantes de arranque, a la izquierda: agua abajo, 0,29 milímetros; agua arriba, 0,33 milímetros.

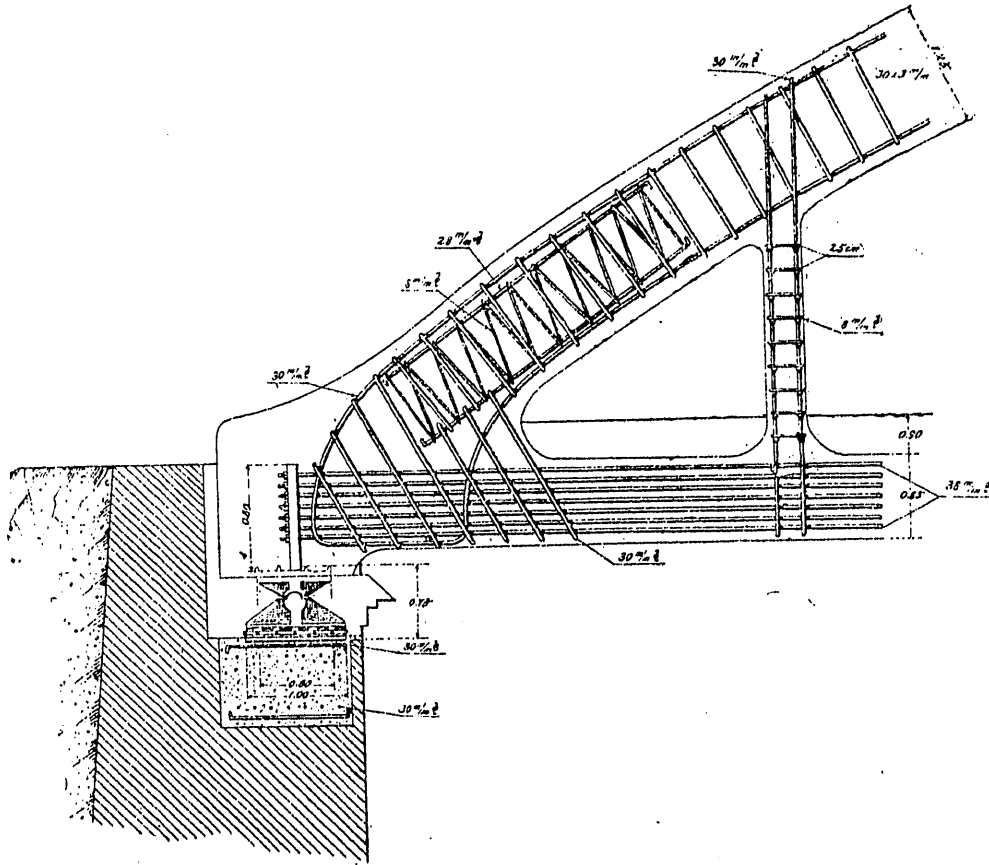


Fig. 3.^a

cemento, 300 kilogramos; arena, 0,500 metros cúbicos; grava, 0,800 metros cúbicos.

Ensayos de resistencia al aplastamiento realizados con muestras tomadas durante el hormigonado han dado una resistencia de 237 kilogramos por metro cuadrado después de veintiocho días.

Considerando la importancia de la obra, se habían ensayado preliminarmente muestras de mortero con las dosificaciones $\frac{1}{3}$ y $\frac{1}{4}$, así como barritas de acero de 35, 24, 22 y 15 milímetros de diámetro de los hierros que habían de utilizarse en la construcción.

Las obras comenzaron el 10 de agosto de 1914; los estribos estuvieron terminados el 5 de octubre. El hormigonado de la armadura inferior y de los arcos comenzó el 21 de noviembre y se concluyó el 27 del mismo mes; el 21 de diciembre se terminó también el hormigonado de la plataforma del tablero. En marzo del año siguiente se procedió al desmontaje y a los ensayos de recepción.

Con el objeto de darse cuenta de las deformaciones *relativas* de los diferentes órganos de la construcción, se efectuaron ensayos con las sobrecargas *parciales* que provocaban las tensiones

Flexímetro en la clave del arco, 4 milímetros.
Flexímetros bajo los largueros extremos de clave: agua abajo, 3,2 milímetros; agua arriba, 2,9 milímetros.

Flexímetros bajo los largueros extremos de arranque, a la derecha: agua abajo, 0,21 milímetros; agua arriba, 0,15 milímetros.

Flexímetros bajo los largueros extremos de arranque, a la izquierda: agua abajo, 0,12 milímetros; agua arriba, 0,16 milímetros.

Las sobrecargas se mantuvieron en el mismo sitio durante doce horas, de manera que las condiciones de temperatura fueron semejantes a la carga y a la descarga.

De las lecturas hechas en los flexímetros en la descarga, se pueden deducir las proporciones siguientes de deformación permanente:

Clave.....	12,3 por 100 de la deformación total
Montantes.....	16,9 por 100
Largueros.....	16 por 100

Esta obra cuesta, próximamente, 1.982 liras por metro lineal del tablero.