

# Revista de las principales publicaciones técnicas.

## Experimentos sobre el empalme de barras tendidas en las vigas de hormigón armado.

Una de las ventajas que se atribuyen al hormigón armado es la supresión de los ensamblajes. Las personas competentes, particularmente, estiman que se puede, en los casos en que no se dispone de piezas de una longitud suficiente para armar toda la cara tendida de una viga, constituir estas armaduras en varias piezas simplemente reunidas por su adherencia al hormigón, contentándose con yuxtaponerlas en una longitud suficiente para que esta adherencia represente la resistencia de la barra cortada.

La adherencia del hormigón al acero, aunque mucho más pequeña de lo que algunos constructores creen, permite, en efecto, llevar á cabo uniones, con una longitud en el empalme que no es excesiva. Con barras redondas, esta longitud es de 67 diámetros, empleando las cifras de las instrucciones ministeriales relativas al hormigón dosificado en las proporciones de 300 kilogramos de cemento por 400 litros de arena y 800 litros de grava.

Si se admite, en efecto, que la fatiga que debe sufrir á lo sumo el metal es de 1.200 kilogramos por centímetro cuadrado, el esfuerzo total á transmitir es

$$\frac{\pi d^2}{4} \times 1.200$$

Por otra parte, el esfuerzo transmitido por adherencia del hormigón sobre una longitud  $l$ , es

$$\pi dl \times 4,48.$$

Escribiendo que estos esfuerzos son iguales, se obtiene;

$$l = d \frac{1.200}{4 \times 4,48} = 67 d.$$

Sin embargo, un gran número de buenos constructores desechan el utilizar semejante disposición; consideran que la adherencia es una propiedad á la cual no se debe recurrir más que cuando no hay otro remedio, y evitan el uso de esta disposición.

Ha parecido útil á M. Mesnager proceder á la realización de varios experimentos para reconocer lo que hay de cierto en estos temores, y los resultados obtenidos se exponen en los *Annales des Ponts et Chaussées* (tomo II, 1908).

Dichos experimentos han sido ejecutados sobre seis vigas rectangulares de  $40 \times 20$  centímetros, armadas de dos barras paralelas de 23 milímetros de diámetro por el lado de la cara tendida. El tanto por ciento de metal era, por lo tanto, de 1,04. Las barras tenían 4,10 metros de longitud y sus armaduras estaban constituidas, ya por piezas de toda la longitud, ya por piezas más cortas y yuxtapuestas. Los ensayos se han hecho cuando el hormigón tenía tres meses de fraguado próximamente, según la práctica seguida en los ensayos de la Comisión del cemento armado. Estos ensayos han justificado la anterior cifra de 67 diámetros como longitud que se debe dar al empalme.

## Regla de cálculo trigonométrica.

M. J. Eichhorn, de Chicago, ha imaginado y construído una regla de cálculo, que permite determinar directamente el tercer

lado de un triángulo, en el tercer caso de resolución de triángulos, y resolver la ecuación:

$$C^2 = A^2 + B^2 \mp 2AB \cos c.$$

La regla lleva tres divisiones: en la parte superior, una sola división, que da los cuadrados de los números; en la inferior, una primera división da los logaritmos de los dobles cosenos de los ángulos, y debájo una escala logaritma de valores  $x$  tales que:

$$X^2 = 2 AB \cos c.$$

Sobre la corredera, y enfrente de la división superior de la regla, se halla igualmente una escala de los cuadrados de los números, pero éstos se llevan á partir del medio de la corredera, en los dos sentidos, de modo que se pueda hacer directamente una adición de los tres cuadrados. La división de la parte inferior de la corredera es una división logarítmica ordinaria, pero igualmente doble y que tiene por origen el centro de la corredera.

Las mismas escalas dan igualmente la solución directa del cuarto caso de resolución de triángulos (tres lados conocidos).

Para el primero y segundo caso (un lado y dos ángulos ó dos lados y el ángulo comprendido) es necesario volver á la corredera, que lleva sobre la otra cara una escala doble de senos, con ayuda de la cual se procede como para extraer una raíz cúbica con las reglas de cálculo ordinarias.

Esta regla trigonométrica parece muy ventajosa para todos aquellos que tienen que resolver frecuentemente problemas de triangulación.

## El puerto de Livourne.—Proyectos de ensanche.

El movimiento del puerto de Livourne ha aumentado de tal manera en estos últimos años, que las instalaciones actuales no son suficientes. Sucede frecuentemente que los navíos no encuentran sitio junto á los muelles. Por tal razón, se ha puesto en estudio la cuestión de su ensanche.

La Comisión del Gobierno creada para la mejora de los puertos tenía dos proyectos en estudio, habiendo adoptado en definitiva el del Ingeniero civil Cozza, que es uno de los miembros de esta Comisión.

Pero un Comité nombrado por la ciudad de Livourne presentó otro proyecto enfrente del anterior, estudiado por el Ingeniero Padova.

En vista de la insistencia de la ciudad para que prevaleciera este último estudio, el Ministro de Trabajos públicos envió al terreno una Comisión, presidida por un alto funcionario de su Departamento, y compuesta de diversas personalidades de la marina y de la Ingeniería civil.

Esta Comisión propuso una solución intermedia.

El Ministro de Trabajos públicos, antes de transmitir los tres proyectos al Consejo superior de Trabajos públicos, se dirigió al Ministro de Marina para que examinara la cuestión desde el punto de vista marítimo.

La Comisión nombrada á este efecto declaró que el proyecto presentado por el Comité de la ciudad era inaceptable, en tanto que el proyecto del Ingeniero civil había tenido en cuenta las condiciones hidrográficas y meteorológicas en las cuales se hallaba el puerto.

Finalmente el Consejo de Trabajos Públicos, después de un largo examen de todos los proyectos, aprobó íntegramente el

proyecto tal y como había sido presentado por el Ingeniero civil M. Cozza.

Actualmente, el puerto de Livourne comprende esencialmente una gran dársena llamada *Porto Mediceo*, que comunica con las diversas dársenas interiores y que está cerrada por el lado del mar por dos diques rectilíneos. Uno de ellos, el más antiguo, protege al puerto contra el *libeccio* ó viento del Suroeste, y el otro, el más moderno, contra el *mistral* ó viento del Noroeste. Entre los dos diques se abre el canal que se dirige hacia el Oeste.

Por delante del antiguo dique y el canal se desarrolla en el mar un rompeolas curvo cuya línea se dirige de Sur á Norte. Entre este rompeolas y el *Porto Mediceo* se encuentra la rada ó puerto exterior (*Porto Nuovo*).

El proyecto de M. Cozza y definitivamente adoptado consiste en crear una dársena establecida en el mar, al Norte del puerto actual. Para esto, el dique Noroeste del *Porto Mediceo* se ensanchará, y un nuevo dique semejante, partiendo de la costa, se establecerá paralelamente al primero á una distancia de 500 metros.

La dársena de este modo formada presentará un desarrollo de muros de muelle de 1.930 metros.

Delante de la entrada de la dársena se establecerá un rompeolas rectilíneo que arrancará del rompeolas curvo, y cuya dirección hará con el Norte un ángulo de 20 grados, de modo que deje libre un paso de 300 metros de anchura entre su extremidad y la del nuevo dique de la dársena.

El Comité de la ciudad reprocha principalmente á este proyecto la orientación de esta entrada. Según él, la acción del *mistral* se hará sentir en la nueva rada y en la dársena misma. Con arreglo á sus ideas, es necesario dirigir el nuevo rompeolas justamente al Norte, consiguiéndose de este modo una protección suficiente para permitir la explotación de un muelle en el exterior del dique del *Porto Mediceo*, sin recurrir á la construcción de una dársena completa.

Los trabajos de ensanche del puerto de Livourne no se terminarán antes de ocho ó diez años.

### Carga de seguridad para las columnas de acero.

Después de recordar las diversas fórmulas usuales, monsieur J. R. Worcester propone la fórmula

$$A = B \sqrt{1 + \frac{l^2}{(Cr)^2}}$$

en la cual  $A$  representa la carga de seguridad,  $B$  la carga máxima admitida para un valor nulo de la relación  $\frac{l}{r}$  de la longitud al radio de giro, y  $C$  el valor máximo admisible para esta relación  $\frac{l}{r}$ .

Si se llevan los resultados á dos ejes coordenados rectangulares que corresponden respectivamente á  $\frac{l}{r}$  y á  $A$ , se obtiene un cuarto de elipse. Si se escogena demás las escalas de tal suerte que la longitud de la ordenada  $B$  sea igual á la longitud de la abscisa  $C$ , la curva resulta un cuarto de circunferencia.

En las aplicaciones, el autor adopta para valor límite de la relación  $\frac{l}{r}$  la cifra 120.

(*American Society of Civil Engineers.*)

### El hormigón armado con barras americanas.

El Reglamento francés del 20 de Octubre de 1906 sobre el hormigón armado, previene el enlace de las armaduras con el hor-

migón, condición que no es siempre posible de realizar económicamente con las barras unidas.

Se remedia esto, sin embargo, por medio de armaduras secundarias.

En América se construye, como ya en otra ocasión hemos publicado, barras de armadura que desempeñan por su forma especial el mismo oficio que las barras provistas de armaduras secundarias. Á este efecto, las barras de la armadura principal van provistas por laminación ó por torsión de salientes que se reparten en toda su longitud, siguiendo un orden determinado.

Entre los sistemas de barras creados con este objeto figuran: la barra Rausone, de acero dulce, retorcida en frío; la barra Buffalo, retorcida en caliente; la barra Thacher, redonda, pero con dilataciones transversales de trecho en trecho; las barras con salientes; las barras Diamond, y las dentadas tipo Johnson.

Con la la barra dentada, la disposición de las armaduras es de una gran sencillez, y sus ventajas pueden resumirse como sigue:

1.º Posee un enlace mecánico continuo y potente independiente de la adherencia superficial.

2.º Por consecuencia de este enlace eficaz y continuo, permite la utilización entera de su resistencia, que es muy elevada; y

3.º Permite, sobre las barras unidas, una gran economía de metal y de la mano de obra.

Las aplicaciones de estas barras dentadas son ya muy numerosas. Se citan en primer término:

1.º La construcción de una gran alcantarilla en San Luis.

2.º El castillo de agua de Cleethorpes (Lincolnshire).

3.º Un puente del camino de hierro de doble vía sobre el río Vermillon, en Dauville (Illinois).

4.º El puente de la carretera de Pollasky (California); y

5.º La construcción de varias presas huecas de embalse, y entre ellas la de 36 metros de altura actualmente en construcción en Johnston (Pensylvania).

### La fuerza de los eslabones de las cadenas.

MM. G. Gaodenonge y L. Moore, se han propuesto comprobar, por una serie de experimentos precisos, los resultados teóricos obtenidos por Bach, Grashof, Winkler y Pearson sobre los esfuerzos y las deformaciones elásticas producidas en las cadenas metálicas.

Los experimentos, que han sido realizados durante un período de dos años en el Laboratorio de mecánica aplicada, han tenido al principio como objetos de experimentación los eslabones de las cadenas del comercio, pero después se han realizado una parte sobre eslabones y otra sobre anillos de acero calibrados al torno. Las observaciones se referían únicamente á los cambios de longitud sufridos por los ejes de los eslabones bajo la acción de cargas conocidas.

Para eliminar las causas de incertidumbre procedentes de la repartición desconocida de las presiones entre dos eslabones sucesivos, se operó desde luego sobre anillos circulares de sección cuadrada, que se apoyaban sobre cuchillos, con un diámetro exterior de 12 pulgadas, un diámetro interior de 3 y un espesor de 1.

Las distancias se median recurriendo á contactos eléctricos por medio de micrómetros que daban directamente  $\frac{1}{100}$  de pulgada, y por interpolación  $\frac{1}{1.000}$ .

Los experimentos sobre las cadenas ordinarias se hacían con tres ó cuatro eslabones, según las dimensiones de la máquina de ensayos. Los módulos de elasticidad se determinaban sobre probetas tomadas de las barras que habían servido para formar los eslabones.

MM. Gaodenonge y Moore han llegado á las conclusiones siguientes: