

# REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

## LA CONSTRUCCIÓN DE GRUESOS BLOQUES DE HORMIGÓN

Entiéndase que al decir gruesos bloques, no se trata de los que se consideraban como monolitos hace de diez á quince años solamente, y estamos muy distantes de cuando Jules Fleury abría un nuevo camino empleando bloques artificiales de 100 toneladas en el puerto de Pointe des Galets en la Reunión.

La última palabra del progreso, parece haberse dicho en estos últimos tiempos, aparte del establecimiento del muelle y muros de malecón en las profundas aguas del puerto de Zeebrugge, de Bruges Maritime, donde M. Coiseau se ha lanzado en una dirección que nadie había osado tomar. Estos bloques artificiales, estos enormes monolitos, son susceptibles de prestar servicio en nuestra época, no limitándolos á los trabajos en el mar para los que el método ha sido especialmente ideado.

Para los enormes bloques del puerto de Zeebrugge, se ha comenzado por construir en seco cajas metálicas de proporciones convenientes que vienen á ser las armaduras exteriores de estos bloques; éstos están, en último término, destinados á pesar de 30.000 á 45.000 toneladas, lo que permite la rápida construcción de un enorme muelle para grandes profundidades de agua, dando naturalmente á cada bloque una inercia suficiente para resistir á todas las sacudidas que el oleaje pueda tender á dar en estas mamposterías.

La caja metálica así constituida está parcialmente llena sólo de hormigón; éste se liga y dispone de modo que venga únicamente á lastrar la caja y darla así suficiente refuerzo para que las paredes resistan valientemente los esfuerzos del agua, es decir, al peso de la masa de agua exterior en la cual el cajón va á encontrarse más tarde. El hormigón forma, pues, interiormente y á lo largo de las paredes una capa más ó menos gruesa cuidadosamente calculada. Además, se establecen muros transversales en palastro y hormigón, para consolidar y contrarrestar el todo contra los fuegos. Se obtiene, pues, de esta suerte un bloque agujereado que es susceptible de flotar. Es bastante fácil meterlo en el agua, sea por lanzamiento, sea metiendo en el agua el cercado donde se ha construido en seco. Será sencillo en seguida, haciéndolo flotar, ponerlo encima del emplazamiento que deba ocupar cuando haya de sumergirsele, no olvidando se trata aquí de bloques que se echan al agua para constituir los elementos de un muelle ó de un muro de malecón.

Desde luego se comprende que esta caja hecha de palastro, canales y hormigón, está expuesta á fuertes presiones exteriores; bien pronto se aplastarán si las resistencias interiores y las consolidaciones diversas no son suficientes. Encallararlo es muy sencillo.

Desde el punto de vista de la conducción al punto deseado de es este barco de un género particular, las maniobras son muy delicadas para exigir y llevar por el mar esta caja rectangular, en contra de la marea, del viento, etc. Se abren en las paredes de la caja aberturas que se reparten con este objeto y de esta suerte el agua invade los compartimientos de la caja y la hace hundir.

Se llenan entonces sucesivamente los diversos compartimientos de hormigón, comenzando simplemente por agotar uno solo donde se inclinará el hormigón. Se hará lo mismo el agotamiento para los otros compartimientos, reemplazando el lastre hormigón al lastre líquido á medida que se le hace desaparecer. En estas condiciones seguramente se llega, aunque no muy de prisa, á construir bloques monolitos de 5.000 toneladas, que satisfacen completamente.

En suma, se realiza de este modo una clase de mampostería de hormigón armado, pero hormigón armado exteriormente, que no responde á todas las ventajas de éste, habiéndose comenzado en Barcelona distintos trabajos en que se aplica el hormigón armado en condiciones muy interesantes.

Se pensó desde luego en monolitos que alcanzaran una altura de 9 metros, retrocediendo ante semejantes dimensiones á las que sin duda se llegará algún día. Por lo menos, aunque con dimensiones menores, se llega con él á construcciones más gigantestas que en Bruges. Se ha adoptado una altura de 5 metros para los bloques, pero se ha previsto un ancho de 6 metros y normalmente un largo que oscila entre 12 y 14.

Sin embargo, se ha renunciado completamente aquí á las cajas metálicas de que hemos hablado más arriba. Se ha querido aligerar todo lo posible, y se ha considerado que el hormigón armado para la envuelta dará tan buenos resultados, disminuyendo por tanto peso inútil. Además, es evidente que se tienen de esta suerte bloques cajas cuya envuelta resulta casi eternamente indiferente á la influencia del agua del mar, al contrario de las envueltas metálicas propiamente dichas, que no pueden menos de oxidarse y de corroerse con el tiempo.

Dando entonces á la coraza un espesor conveniente y una resistencia practicamente infima, pueden emplearse para el relleno interior materiales de segunda calidad que no están expuestos á ser directamente batidos por el oleaje.

En la confección de paredes de cabeza de caja, se ha recurrido más especialmente á las redes metálicas, que aseguran una gran resistencia con un espesor relativamente débil. Se han ensayado tres tipos de cajones. El primero mide 11,50 m. de longitud por 7 de ancho y 6 de alto, estando dividido en 5 compartimientos de igual ancho, por medio de tabiques transversales perpendiculares á los lados mayores.

Los tabiques se elevan á toda la altura y tienen un espesor

de 0,20 m. El fondo está constituido por bóvedas invertidas, descansando sobre los tabiques que les sirven de pies derechos.

Las celdas extremas tienen espesores de murallas de 0,45 metros en la base y están constituidas de hormigón armado. Como detalle que enseña las precauciones que hay que tomar en semejante asunto, notaremos que el centro de gravedad se encuentra demasiado alto para el flotamiento, además de las filtraciones que se producirán y que obligarán a pasar las paredes con un buen mortero de cemento. Después de esto y de recargar un tanto el fondo, la conducción a su sitio y el sumergirlo se verificará en buenas condiciones.

Finalmente, el resultado ha sido bueno. La composición del hormigón es por metro cúbico de 0,42 m<sup>3</sup> de arena, 0,85 m. de piedra partida y 300 kilos de cemento Portland.

Se da á un segundo cajón una longitud de 12 metros. La piedra partida se reemplaza por guijarros que se toman naturalmente de la orilla del mar, y esta transformación no puede menos de traducirse por una economía muy marcada en la confección del hormigón y en la fabricación de los bloques. Las bóvedas están desde luego suprimidas, y el fondo formado de un macizo de un metro de espesor; se da á los tabiques transversales el talud suficiente para que en su borde superior tenga un espesor de 0,10 m. solamente; su altura está limitada, salvo por los contrafuertes laterales, á un metro más bajo del nivel superior del bloque. Se pone otro lecho de hormigón análogo al del fondo y extendido por toda la superficie de la obra. Se ha llegado á suprimir completamente la armadura metálica, lo que parece mentira, colocándonos fuera del dominio del hormigón armado; se dividen las casillas extremas por medio de un tabique paralelo al eje del cajón. Se llega á la conclusión de que el metal en esta construcción puede reducirse á cuatro barras agarrotadas en su parte superior y formando un anclaje para cortar toda rotura de las paredes, si por causa de la superficie de apoyo llegan á trabajar á la extensión.

Se ha construido un último bloque, pero de 18,60 m. de largo, lo que ciertamente es exagerado, no siendo necesario. Resiste perfectamente su colocación, pero tal longitud complica inútilmente aquélla.

En todo caso, se tiene, entre tanto, un método muy bueno y experimentado para hacer enormes bloques de mampostería de un solo apoyo.—O.

## CAMINO DE HIERRO DE CREMALLERA

M. Levy-Lambert ha publicado un interesante escrito sobre este asunto. Está dividido en cuatro partes.

En el primer capítulo, el autor hace una sucinta historia de los caminos de hierro de cremallera, y siguen algunas consideraciones sobre el efecto útil de las máquinas locomotoras en fuertes rampas. Hace observar que si las máquinas con adherencia tienen su esfuerzo de tracción limitado por el valor del coeficiente de adherencia, las máquinas con cremallera pueden ir más lejos, y que su esfuerzo de tracción en pendiente no tiene otro límite que la potencia de los motores en relación con su peso.

Habiendo delineado los trazos principales de los diversos tipos de cremallera y de las máquinas empleadas hoy, el autor hace una rápida descripción de algunos trazados de líneas con cremallera. Recuerda que el camino de hierro de Vitznau-Rigi presenta declives de 250 milímetros, y el de Pilate, construido con vía de 0<sup>m</sup>,80, declives de 480 milímetros. Seguidamente indica los diversos proyectos estudiados para la Jungfrau, y describe especialmente el trazado actual, que tiene un túnel de 10 kilómetros en su pendiente de 250 milímetros. El autor dice algunas palabras de líneas mixtas, comprendiendo secciones al-

er nativamente con cremallera y con adherencia (Oberland, Bernois, Harz, Hollenthal, Brünig).

En la tercera parte, consagrada al estudio de la vía y de la cremallera, el autor indica las precauciones que hay que tomar para resistir el deslizamiento longitudinal de la vía. Los medios empleados consisten generalmente en unir las traviesas por dos series de maderos colocados de plano y fijados por medio de tirafondos sobre las traviesas.

Con las traviesas metálicas, cuya sección invertida penetra en el palastro, la necesidad de unir las en el sentido longitudinal es evidentemente menos precisa. Cuando la pendiente es muy dura, es preciso, además, de distancia en distancia, hacer apoyar la traviesa en un asiento fijo, sólidamente implantado en la plataforma.

M. Levy-Lambert examina en seguida los diversos tipos de cremallera usados:

1.º La cremallera *Riggenbach*, formada de dos hierros verticales de 120 milímetros de altura en el alma, los cuales son remachados en frío con escalones ó barras de hierro de sección trapezoidal.

2.º La cremallera *Bessinger et Klose*, derivada de la precedente; las cabezas de los escalones pasan libremente la abertura del montante y las barras descansan por bajo sobre un saliente que existe interiormente á lo largo de toda la longitud del montante, de manera que hace imposible toda rotación de la barra; la rigidez del sistema se asegura colocando un escalón sobre cuatro.

3.º La cremallera *Abt*. Las cremalleras con escalones son fuertes, pero pesadas y de complicada construcción; además, cuando la velocidad pasa de 8 kilómetros por hora, se disminuye la marcha de las máquinas. En el sistema Abt, los dientes de la cremallera están tallados en láminas de acero colocadas de canto; disponiendo dos ó tres láminas paralelamente, se reparte el esfuerzo de tracción entre varias ruedas dentadas, lo que asegura una marcha más regular.

4.º La cremallera *Strub* consiste en un carril cremallera y ha sido por primera vez aplicado en la Jungfrau. Los dientes están cortados en la planta de un carril Vignole elevado de 140 á 170 milímetros de altura. La forma del carril permite que dos mandíbulas cojan la planta por bajo y se opongan si hubiere lugar á toda tendencia á elevarse. Esta cremallera es muy rígida, fácil de poner, puede cambiarse extremo por extremo y se presta bien al empleo de curvas de poco radio.

5.º La cremallera *Locher*, solamente aplicada en el monte Pilate á causa del declive de 480 milímetros que hay en este camino, consiste en principio en dos láminas de cremallera Abt dispuestas espalda con espalda paralelamente al plano de la vía; dos ruedas dentadas igualmente colocadas de plano, engranan con cada una de las dos cremalleras. En realidad, los dientes están cortados en una misma barra de acero de 130 milímetros de ancho y 40 de espesor. Desgraciadamente, los buenos resultados de esta cremallera no han sido aplicados más que en el monte Pilate, porque para pendientes bastante rápidas se ha recurrido generalmente á la tracción funicular.

En el capítulo cuarto (máquinas y material móvil), el autor clasifica las máquinas con cremallera según que las ruedas portadoras concurren ó no á la tracción y según que los mecanismos con cremallera ó adherencia estén ó no accionados por el mismo motor.

Después de recordar las disposiciones de la máquina de Rigi en lo que concierne al árbol intermediario de transmisión y el frenaje por el aire comprimido obtenido por simple inversión de la distribución, M. Levy-Lambert describe someramente las máquinas con dos ruedas dentadas motrices del tipo *Schneeberg*. En cuanto á las máquinas eléctricas, añade á su actividad las ventajas siguientes: poco peso por caballo (60 ó 70 kg. en vez de 100 ó 150 kg. para los motores de vapor), facilidad de transmisión de movimiento y regulado de la velocidad, motores poco complicados, frenaje seguro y cómodo y fácil regulado de la ve-