

Se sabe que la curvatura de las vigas desarrolla en la construcción momentos de torsión que tenderían a volver las vigas si no se constituye por medio de montantes verticales y riostras verdaderas armaduras transversales muy rígidas, capaces de resistir á estos momentos transversales sin deformación sensible. Se admite, por otra parte, que los pares de torsión pueden ser reemplazados por dos fuerzas verticales, iguales y de sentido contrario, las cuales vienen á sumarse algébricamente á las cargas y sobrecargas de las dos vigas; este es precisamente el caso que se presenta cuando se estudia la acción del viento sobre una obra metálica.

Las vigas, supuestas planas, con una longitud igual á su desarrollo, se determina, desde luego, por los métodos usuales las reacciones de los apoyos y los momentos flectores, teniendo en cuenta las cargas verticales. Después, por medio de los momentos M así obtenidos, se calcula para cada viga los momentos transversales debidos á la curvatura con ayuda de la fórmula:

$$m = 2 M \sin \frac{x}{2}$$

designando por x el ángulo en el centro correspondiente á un recuadro de la viga, es decir, al intervalo comprendido entre dos montantes verticales consecutivos.

Los momentos m actúan sobre la armadura rígida, compuesta por una riostra y los montantes verticales correspondientes, dando origen en cada sección á un par que se puede representar por dos cargas verticales, iguales y de sentido contrario, aplicadas á una y otra viga. Estas cargas engendran en las vigas nuevos momentos flectores μ .

En el cálculo de las cabezas hay, pues, á considerar definitivamente la suma $M + \mu$ para cada elemento.

Conociendo las reacciones de los apoyos, los momentos en las extremidades de cada tramo y las cargas definitivas que actúan en cada punto se pueden calcular fácilmente los esfuerzos cortantes.

En cuanto á los esfuerzos producidos por las variaciones de temperatura, el frenado de los trenes y la fuerza centrífuga, se determinan por un método idéntico á aquel que ha servido al cálculo de los esfuerzos debidos á las cargas verticales y que acabamos de resumir.

Los momentos flectores engendrados por los pares transversales en los montantes verticales y riostras se calculan en función del momento máximo definitivo en cada punto. Estos momentos se suman con su signo á los que resultan de las cargas que actúan directamente sobre las riostras.

Del mismo modo, para el cálculo de las secciones de los montantes, se ha tenido en cuenta, á la vez que los esfuerzos longitudinales que solicitan estas piezas en las vigas, los momentos flectores que sufren transversalmente á éstas.

Las pruebas á las cuales la obra, una vez terminada, ha sido sometida, han establecido una concordancia, por decirlo así, perfecta entre los resultados del método y los de la experiencia.

Se puede decir que el viaducto helizooidal del bajo puerto de la Rapée constituye una obra de las más notables, por la originalidad de sus disposiciones y la elegancia de sus líneas.—O.

CANALIZACIONES DE AIRE BAJO PRESIONES ELEVADAS

El *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France* (Octubre, 1907) publica una nota interesante de M. Leroux sobre esta cuestión.

El transporte de la energía á distancia por medio del aire bajo presiones elevadas, es decir, bajo presiones superiores á 30 kilogramos, se ha utilizado particularmente para la tracción me-

cánica de tranvías. Las canalizaciones destinadas al transporte del aire debían colocarse bajo el suelo, de donde resultaban serias dificultades en la instalación; tanto para asegurar su duración y su impermeabilidad cuanto para facilitar la visita y conservación.

La Compañía general de ómnibus, que ha adoptado progresivamente desde 1893 á 1900 la tracción por el aire comprimido en una gran parte de su red de tranvías, ha tenido necesidad, durante este período, de colocar numerosas canalizaciones de aire comprimido á presiones que alcanzan la cifra de 100 kilogramos, y son estas canalizaciones, todavía en servicio, que son examinadas por M. Leroux en su nota, con el propósito de reconocer si las consideraciones técnicas que han servido de base á estas instalaciones han sido consagradas por la experiencia y si las previsiones relativas al empleo de este sistema de transporte de energía han sido realizadas.

La primera canalización de aire comprimido para la carga de los tranvías, lejos de la fábrica de compresión, se estableció en 1891 en Nogent por M. Mékarski. Esta canalización, prevista para una presión de 45 kilogramos, se construyó de tubos de fundición, pero fueron bien pronto abandonados por su extrema fragilidad y tener una impermeabilidad muy dudosa. En su consecuencia, se emplearon tubos de hierro ó acero dulce soldados con recubrimiento y tubos de acero dulce estirados, sin soldadura, para las piezas especiales, tales como codos, tubos de dilatación, etc.

Tal ha sido el caso también en Nantes, en 1893 y en 1893-94, en la Compañía general de ómnibus, donde la presión era de 80 kilogramos.

Entre las canalizaciones que esta Compañía hizo instalar á M. Mékarski, hay una de 1.875 metros de longitud formada de tubos de 6 metros de longitud, de acero dulce de 0^m,060 de diámetro interior y 0^m,0075 de espesor; cada tubo llevaba en sus extremidades collares atornillados y soldados, de los cuales uno presentaba un saliente y el otro una garganta, igualmente truncados para formar junta con interposición de una arandela de plomo. En las canalizaciones primitivas, una gran parte de los tubos tenía collares soldados, disposición que hacía difícil la renovación de una brida y de un collar.

El autor cita aún instalaciones análogas hechas en Nogent, Vichy, Aix-les-Bains y Nantes. Estas canalizaciones están en servicio desde hace más de diez años y dan excelentes resultados.

El estudio de las canalizaciones de aire comprimido fué emprendido en 1895 para el servicio de la tracción mecánica de la Compañía general de ómnibus, en vista de la transformación de su red de tranvías para la Exposición universal de 1900.

M. Leroux da cuenta de las investigaciones y cálculos hechos para determinar el diámetro de los conductos, las pérdidas de carga, el espesor de los tubos; emite consideraciones en extremo interesantes sobre la longitud límite de los tubos, sobre los ensayos en las juntas que han sido efectuados sobre los tubos de dilatación, etc.

La red de la Compañía general comprende 26 kilómetros de canalización y 55 kilómetros de tubería. Como hay aproximadamente una junta cada 13 metros por término medio, se tiene un total de 4.200 juntas. Pero como cada año no ha habido nunca más de 10 á 12 juntas á reparar, ó sean el 0,28 por 100, resulta, pues, que la canalización se ha sostenido de una manera perfecta.

En cuanto al precio de coste, es evidentemente muy variable con las dificultades de colocación. Á título de ejemplo, diremos que una canalización doble de 75 mm. de diámetro y de 1 kilómetro de longitud cuenta á razón de 43,20 francos por metro lineal.—O.