

Estas mismas fórmulas y consideraciones se pueden aplicar a la resistencia de las cabezas de los pasadores, dando análogos resultados; pero generalmente se hacen en la práctica de igual altura que la tuerca que se pone en el otro extremo, Fig. 54, estando ambas determinadas por el diámetro del vástago.

Si la fuerza actúa en sentido trasversal al roblon ó pasador, como sucede en el caso de unir dos eslabones de una cadena de suspension, Fig. 55, se puede obtener el diámetro que le corresponda despejando  $d$  de la ecuacion (1) en funcion de la fuerza total y de la que pueda adoptarse en las aplicaciones para la unidad de seccion trasversal, fijada de tal modo que dé a la obra la resistencia conveniente.

Como los casos hasta aquí examinados, así respecto a la resistencia del material que nos ocupa, como a la manera de unir y enlazar las diversas partes que han de formar el todo de una construccion, son los que con más frecuencia se presentan en la práctica, no creo necesario, atendida la indole de estos apuntes, entrar en más detalles acerca de este particular.

## FERRO-CARRIL DE BARCELONA A FRANCIA.

### PUENTE SOBRE EL RIO BESÓS.

Acaba de tener lugar la inauguracion de un puente de tramos metálicos, obra de las más importantes del ferro-carril de Barcelona a Gerona, situado cerca de la primera de dichas poblaciones, sobre el rio Besós, junto a su desembocadura en el mar.

Quando se construyó la línea férrea de Barcelona a Mataró, que tuvo el privilegio de ser la primera de esta clase que se inauguró en España, se estableció para el paso del Besós un puente provisional de madera, que frecuentemente ha estado sufriendo desperfectos, dejando interceptado más de una vez aquel punto para el paso de los trenes.

Era de urgentísima necesidad el reemplazar obra tan poco sólida por otra que reuniese todas las condiciones apetecibles de estabilidad y resistencia, y a este fin se propuso por la Empresa el proyecto de un puente de apoyos de fábrica y tramos metálicos de tres cuchillos de paredes continuas, el del medio de más resistencia, por haber de ocupar el centro de la entrevía de las dos para que se construyen las obras del arte.

Aprobado ese proyecto, la Empresa propuso al Gobierno la sustitucion de los cuchillos de pared continua por otros de celosía; sistema el más generalmente adoptado para los puentes de grandes luces que se construyen en la actualidad; por más que se hallen divididas las opiniones de los Ingenieros respecto al sistema que en absoluto, y para una luz dada, proporciona más ventajas.

Fué aceptada la propuesta de la Empresa, y adoptado definitivamente el proyecto del puente con estribos y pilas de sillería y mampostería ordinaria, dejando cinco claros de 24,10 de luz los dos extremos, y 28,20 los tres centrales con los cuchillos de celosía, unidos en toda la extension del puente y de una longitud total de 141,80 metros.

Habría sido conveniente, debiendo ser la obra para dos vias, adoptar sólo dos cuchillos, lo que hubiese proporcionado más economía de material que el establecimiento de tres (uno correspondiente al centro de la entrevía) según está proyectado, permitiendo el arriostrado superior de los cuchillos, estando como está el suelo del puente en la inferior de los mismos, condicion que impone la altura relativa de la rasante del camino y la de máximas aguas

del Besós; pero como ahora no se obliga a la Empresa al establecimiento de dos vias en la línea, reporta en este caso gran ventaja habiendo proyectado el puente con tres cuchillos y no estableciendo por el pronto sino dos, hallándose siempre en disposicion de establecer, cuando se exija y sea necesario, el tercer cuchillo y sentar la segunda vía.

La altura total de los cuchillos es de 2,50, la que no permite el arriostrado superior, así que a pesar de que las piezas de las aspas son de seccion de simple T, tanto las que resisten a la extension como a la compresion, las oscilaciones laterales de los cuchillos al paso de los trenes son muy sensibles.

Los estribos y pilas se hallan fundados sobre cajas de palastro de 3,60 metros de altura, macizadas de hormigon hidráulico, habiéndose empleado con muy buen éxito para los agotamientos bombas de fuerza centrifuga movidas por máquinas de vapor de 2 a 16 caballos, que daban hasta 17 metros cúbicos de agua por minuto.

Contratada la construccion y establecimiento de los tramos metálicos en la casa Lanet de Marsella, se procedió a montar estos en la explanacion correspondiente a la segunda vía de la margen izquierda del Besós.

A medida que se armaban simultáneamente los cuchillos de aguas arriba y central, se iban colocando las viguetas y corriendo los tramos.

El montaje de esta obra por la casa constructora ha dejado mucho que desear, habiendo sido preciso ántes de autorizarse oficialmente el paso de trenes por ella, el cambiar la mayor parte del roblonado hecho en otra, y las piezas adicionales de los cruces de aspas, que fueron puestos de fundicion, en vez de serlo de hierro forjado.

Hecho esto, se procedió a hacer las pruebas oficiales según se detallan en el adjunto cuadro, estacionando una locomotora del peso de 42,000 kilogramos en el centro de cada uno de los tramos, y examinando las flechas horizontales y verticales de ámbos cuchillos; despues la misma locomotora recorriendo todos los tramos a la velocidad de 10 a 51 kilómetros; estacionando dos locomotoras de peso total de 84 toneladas en el centro de cada tramo, recorriéndolos a velocidad de 12 y 45 kilómetros; recorriendo los tramos tres locomotoras, su peso total 140 toneladas, a las velocidades de 10 y 35 kilómetros; y por último con cuatro locomotoras; peso total de 182 toneladas, pasando por el puente a las velocidades de 8 y 46 kilómetros.

La mayor flecha vertical observada de 18 milímetros, ha tenido lugar para el tramo central, cuchillo de aguas arriba, al paso de tres locomotoras a la velocidad de 36 kilómetros.

La amplitud total de la oscilacion horizontal de la cabeza del cuchillo del tramo del centro aguas arriba, que es la que las dá más pronunciadas, ha llegado a ser de 37 milímetros para el paso de cuatro locomotoras a la velocidad de 46 kilómetros, lo que confirma lo expuesto anteriormente sobre la poca rigidez del sistema para oponerse a los movimientos laterales.

El aumento de las flechas permanentes observado despues de someter el puente al paso de los trenes, ha sido de un milimetro para los tramos 1.º y 2.º, ó para el 3.º y 4.º y dos milímetros para el 5.º del cuchillo de aguas arriba, numerando a partir de la margen derecha.

Vemos, pues, que los resultados de las pruebas, aun en los casos del paso por el puente de las mayores cargas que lo pudieran frecuentar, y a las mayores velocidades admisibles en las líneas de España, son satisfactorios y acusan en la construccion un exceso de resistencia, ofreciendo todas las garantías apetecibles del éxito de la construccion.

L.