

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

MADRID, 15 DE OCTUBRE DE 1891.

4.ª Serie.

Tomo 9.º

Número 19.

AÑO XXXIX DE LA PUBLICACIÓN.

SUMARIO.

Pliegos de condiciones para la construcción de puentes metálicos, por D. Luis Canalejas.—Proyecto de saneamiento general de Valladolid, redactado en virtud de orden del Excmo. Ayuntamiento por D. Recaredo de Uhagón.—Viaducto del Malleco, en Chile.—Señal de alarma combinada con el freno de vacío automático.

SUMARIO DEL BOLETIN.—Datos estadísticos. Ferrocarril de Durango á Zumárraga y ramal á Elgóibar.—Puentes politriangulares transportables.—Parte oficial.—Subastas.—Adjudicaciones.—Movimiento del personal de Obras públicas



PLIEGOS DE CONDICIONES

PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES METÁLICOS

(Continuación.)

De la propia manera que se discute cuál ha de ser el criterio que debe seguirse para clasificar los productos ferrosos, se discute la naturaleza del metal que se debe preferir para las construcciones ordinarias, y esto depende, á mi juicio, de que cada constructor adopta un metal de condiciones diferentes, y de aquí que los estudios y las observaciones que cada uno hace sean tan distintas de los que otro establece, lo cual dificulta la adopción de reglas generales respecto á las cualidades del acero, y por consiguiente, respecto á sus aplicaciones. Mientras unos quieren un metal duro, otros prefieren un metal extremadamente dulce; cuando unos proscriben los productos de los convertidores, otros los aceptan sin dificultad.

Resumen de la discusión habida en el Congreso internacional sobre procedimientos de construcción celebrado en París, con motivo de la última Exposición, es el siguiente examen, que vamos á consignar de las razones elegidas en defensa de sus respectivos criterios por ilustres y autorizados ingenieros.

Todos aceptan la idea de que á partir de un cierto límite, 80 metros de luz, conviene emplear en los puentes un metal duro; pero tratándose de luces menores no hay la misma conformidad. Mr. Hallopeau, autor de una Memoria presentada al Congreso, y la que vamos á extractar, cree conveniente el empleo de un metal que tenga una resistencia á la rotura de 45

kilogramos por milímetro cuadrado. Mr. Considère entiende, que debe preferirse el acero que resista 55 kilogramos á la rotura, y de aquí nació la discusión que vamos á reseñar.

Mr. Hallopeau sostiene que el metal de mejores condiciones para las construcciones ordinarias es el hierro dulce fundido obtenido por procedimientos básicos ó neutros, metal dúctil, maleable, que no admite el temple á ninguna temperatura, con una resistencia á la rotura de 42 á 44 kilogramos por milímetro cuadrado, con un alargamiento de 25 á 28 por 100, medido en una barra de 100 milímetros de longitud, y con un límite de elasticidad de 24 á 26 kilogramos, y excluyendo los productos del convertidor.

Al estudiar el coeficiente normal de resistencia que debe adoptarse en los cálculos dice, que si se toman como base las condiciones de resistencia comparadas del hierro y del acero extradulce y se admite el coeficiente de 6 kilogramos para las construcciones ordinarias de hierro pudelado, para tener la misma seguridad con el hierro fundido, hay que tomar para éste un coeficiente determinado por la relación de las resistencias absolutas de las cargas correspondientes al límite de elasticidad, dando la primera $6^k \times \frac{44}{34} = 7,8$ kilogramos, y la segunda $6^k \times \frac{26}{18} = 8,7$ kilogramos, pudiéndose adoptar 8,5 kilogramos, no debiendo exceder este límite de ningún modo.

Como el coeficiente de elasticidad es casi constante para el hierro y los aceros empleados en la construcción, resulta que las deformaciones elásticas, para las mismas cargas y para vigas de igual altura, serán sensiblemente proporcionales á las tensiones que se hagan soportar al metal. Tomando los coeficientes de tensión de 6 kilogramos para el hierro y 8,5 kilogramos para el acero, la sustitución del acero al hierro en la construcción de una viga, tendrá como efecto aumentar la flecha en la relación de 8,5 á 6, es decir, de 1,42 á 1, prescindiendo de la pequeña diferencia que existe entre los coeficientes de elasticidad de los dos metales.

Sería preciso, pues, aumentar en un 42 por 100 la altura de la viga, pero no es indispensable, y basta con aumentar dicha altura en un 15 á 20 por 100 admitiendo un exceso de flecha.

No se debe, al sustituir el acero al hierro en un proyecto, reducir las secciones, porque se llegaría á grandes dificultades de construcción y á evidentes peligros por la flexión, por la oxidación y demás causas destructoras; lo que hay que hacer es cambiar el proyecto reduciendo el número de elementos.

En las construcciones de acero, lo propio que en las de hierro, se deben admitir coeficientes de resistencia distintos en el cálculo de las diferentes partes, según los esfuerzos que han de soportar, teniendo en cuenta las

leyes de Wochler para los cambios bruscos de estado de equilibrio que resultan de las cargas en movimiento. Según esto, en un puente hay que adoptar para los largueros y piezas transversales coeficientes menores que para las vigas principales.

En cuanto á los ensayos que debe sufrir el acero para asegurarse de su calidad, no deben considerarse suficientes las pruebas de doblar en frío y en caliente, ni las del perforado ni las de los ensayos á la tracción, cuando solo se determinan en éstos la resistencia á la rotura referida á la sección primitiva y el alargamiento correspondiente medido en una barra de longitud determinada, porque estas pruebas suficientes para el hierro, que ofrecio gran regularidad en su calidad, dejan de serlo para el acero, cuyas propiedades se modifican por la presencia en su composición, debida á su impureza, ó á la mezcla de ciertos metales y metalóides, tales como el manganeso, el cromo, el azufre, el fósforo, el silicio, etc. Para apreciar exactamente la calidad, sería necesario conocer la composición del acero que se considera por medio de un análisis químico, que tendría que ser muy minucioso, por entrar en cantidades muy pequeñas esas sustancias, y exigiría conocimientos que no suelen tener los encargados de la recepción en las fábricas. Por estas razones se acude á las pruebas de tracción, pero determinando el límite de elasticidad, la carga máxima y la estricción.

De este último elemento de prueba, que da indicaciones precisas sobre la maleabilidad, hay que estudiar: la sección más reducida de la barra ó sección de estricción, la carga total soportada en el mismo instante y el alargamiento de estricción.

Refiriendo la carga soportada en el momento de la rotura á la sección de estricción, se tendrá el coeficiente de *resistencia final* á la rotura, el cual difiere considerablemente del coeficiente de *resistencia absoluta*, ó sea la relación entre la carga máxima en que la estricción comienza y la sección primitiva de la barra.

El alargamiento de estricción, esto es, el alargamiento producido en la zona contraída de la barra de ensayo, es un elemento independiente de las circunstancias en las cuales el ensayo ha sido hecho, y da la medida absoluta de la facultad de alargamiento del metal, mientras que el alargamiento por unidad obtenido por la medida entre señales hechas depende de la separación de éstas, y no tiene, por consiguiente, más que un valor relativo.

Los demás ensayos que se hacen sufrir al hierro son también convenientes, y es muy útil conocer en qué medida el metal se temple.

En cuanto á los procedimientos de empleo en obra del acero, estudia el autor de la Memoria que examinamos las principales operaciones que lleva consigo, estudiando el aplanado de los palastros, la perforación, el corte, el forjado, el roblonado y el montaje.

El aplanamiento se hace en el hierro generalmente con mazas de acero; pero para el acero se ha preferido el ejecutarlo con las máquinas ó con mazas de cobre rojo, procedimiento poco eficaz, por lo cual se emplean preferentemente las máquinas de aplanar, que dan excelentes resultados tratándose de palastros y hierros planos, y además evitan el ruido ensordecedor del apianado con el martillo suprimiendo el choque, que tiene tanta más importancia cuanto más duro sea el acero.

En las construcciones de hierro los taladros se hacen en Francia con el punzón; pero tiene grandes inconvenientes, que ya estudiamos, así como el efecto de las cizallas, al principio de estos apuntes; en Inglaterra, Holanda y Alemania se efectúan con máquinas de perforar, que giren en vez de comprimir. Recordaremos que el perforado con el punzón altera el metal en una cierta zona, alteración mayor en el hierro fundido y que da lugar á alargamientos variables, según la naturaleza del metal, la disposición y la distancia de los agujeros, alargamientos que deben tenerse en cuenta en el señalamiento de los orificios, lo cual no siempre puede hacerse de una manera exacta. Otra causa de irregularidad de la perforación es la variación que puede dar el perforado á la posición supuesta de los agujeros; cualquiera que sean los cuidados con que el trabajo se ejecuta, hay siempre pequeñas imperfecciones en su coincidencia, que es preciso hacer desaparecer por un alisado.

Algunos Ingenieros han creído que para las obras hechas con metal muy dulce no había inconveniente en emplear el mismo punzonado que si se tratase del hierro; pero esto puede admitirse para el hierro fundido soldado, pero no en clase alguna de acero más duro.

En nuestras construcciones de acero se ha tomado un término medio, punzonando los agujeros con un diámetro inferior en 2 ó 3 milímetros al que debía tener, y quitando esa corona excedente con un alisador, y así se quita la zona alterada.

Es indudable que habiendo por lo menos grandes dudas en la conveniencia de su aplicación, debe proscribirse el perforado con el punzón, aunque esto haga perder las grandes ventajas que tiene. De la propia manera debe, al cortarse el hierro fundido con las cizallas, quitarse una zona de 2 á 3 milímetros con la máquina de cepillar.

Se debe, á toda costa, evitar el empleo de piezas forjadas, porque numerosas observaciones han patentizado que el acero, aun el muy dulce, se hace quebradizo cuando se le trabaja á una temperatura inferior al rojo cerezado, y más especialmente á la temperatura caracterizada por un color azulado particular; como, por otra parte, es poco sudante, se está expuesto á obtener por el trabajo en caliente piezas defectuosas.

En los casos excepcionales en que haya que recurrir á él hay que some-

ter las piezas así trabajadas á un recocido para destruir las tensiones intermoleculares, á las cuales haya podido dar lugar el enfriamiento.

Las uniones en las construcciones de acero no presentan particularidad alguna, discutiéndose tan solo si deben los roblones ser de hierro ó de metal fundido. El trabajo en caliente tiene el inconveniente antes señalado, y como el acero es metal poco sudante, se han abandonado los roblones de acero, aunque en ciertas forjas se han llegado á fabricar barras redondas de metal fundido extradulce, que tienen la cualidad de ser soldantes y muy maleables, metal caracterizado por una resistencia á la rotura de 38 kilogramos, con alargamiento del 28 al 30 por 100 medido en una barra de 100 milímetros. El empleo de este metal ha dado buenos resultados; pero conviene observar que se obtiene un hierro especial de roblones que satisface casi á las mismas exigencias.

En este punto las opiniones están muy divididas.

En cuanto á la manera de efectuar el roblonado, es sabido que si se hace á máquina se tienen más garantías de bondad que con el roblonado á mano, y por tanto, se debe acudir á las máquinas, lo mismo en el taller que en el montaje. Además, en el caso del acero es mucho más preferible, porque siendo más rápida la operación se puede terminar á una temperatura conveniente.

Por lo que hace al montaje nada hay que añadir respecto al de una obra de hierro, sino la necesidad de que el ajuste sea más perfecto.

(Se continuará.)

LUIS CANALEJAS.

PROYECTO DE SANEAMIENTO GENERAL DE VALLADOLID

REDACTADO EN VIRTUD DE ORDEN DEL EXCMO. AYUNTAMIENTO

POR D. RECAREDO DE UHACÓN

Ingeniero primero del Cuerpo Nacional de Caminos, Canales y Puertos.

(Continuación.)

Los 4.634 metros lineales de colectores que habría que ejecutar utilizando el cauce de los Esguevas, creemos, dada la dificultad de la obra, que apenas podrían construirse por 150 pesetas metro lineal, é importarian:

4.634 metros lineales á pesetas 150.	Pesetas	695.100
añadiendo el importe de la expropiación de la fuerza de los artefactos de Silió y Alegre, valorada según luego veremos en.	Pesetas	390.200

dan para coste total de estos colectores. . . . Pesetas 1.085.300

Los sistemas D y G que reemplazan, valen: