

ción. De esta manera se consigue la amovilidad de estos órganos, puesto que siempre podrá desmontarse una de ellas, que puede someterse fuera de la obra al más minucioso reconocimiento, sin que el coeficiente de resistencia de las demás exceda del límite admitido.

Solución preferible para la buena conservación á la de las galerías accesibles, que además son mucho más costosas y que suministra un medio sencillísimo de reparar los puentes antiguos cuyas amarras no ofrecen seguridad. Esto ha conducido en algunos puentes franceses á emplear dos amarras por cada fiador, con lo cual se reduce á la mitad el material superfluo, por la adición de una amarra.

(Se continuará.)

LUIS GAZTELU.—A. FERNANDEZ NAVARRETE.

PUERTO DE BARCELONA

PRUEBAS PRACTICADAS CON LOS CARRILES Y CONTRACARRILES DESTINADOS AL MONTAJE DE SUS VÍAS FÉRREAS.

Abierta licitación pública para el suministro del material necesario al establecimiento de las vías férreas del servicio general del Puerto, consistente en carriles y contracarriles de acero Bessemer y traviesas metálicas del sistema Paulet, quedó hecha su adjudicación á favor de D. Eduardo Pérez Vilallonga, representante de la Sociedad *Altos Hornos*, de Bilbao, cuya proposición, importante 225.573,34 pesetas, resultó ser la más económica. Ascendiendo la cantidad presupuesta á 247.691,58 pesetas, la baja obtenida en la subasta ha sido de 22.118,24 pesetas.

Terminada la fabricación de todo el material, y como preliminar á su recepción, se han efectuado las pruebas prácticas necesarias para comprobar sus buenas condiciones de ejecución y resistencia, de acuerdo con las prescripciones facultativas del proyecto.

Dichas pruebas, en lo tocante á las traviesas Paulet, no han ofrecido nada interesante, por tratarse de un material como el *hierro laminado*, cuyas propiedades, dada la universalidad de su empleo, son harto conocidas. No así las relativas á los carriles y contracarriles de *acero Bessemer*, por ser éste un material nuevo, que muchas naciones, aun de la gran importancia industrial de Francia y Bélgica, emplean todavía con suma prevención, y que ha de influir, seguramente, cuando sea mejor apreciado, de un modo poderoso en el porvenir de las construcciones metálicas. El buen éxito de estos ensayos, que tanto honra á una fábrica genuinamente espa-

ñola, y las consecuencias no desprovistas de interés, que en nuestro concepto pueden deducirse de sus resultados, nos ha movido á escribir este artículo, por si en él pueden encontrar algo útil nuestros compañeros.

Descripción del material.—Los carriles, contruídos con estricta sujeción á las dimensiones exigidas, son del tipo llamado *Vignole*. Su altura es de 125mms., su base de 105; el ancho en la cabeza de 58, y el espesor del nervio de 13. El peso medio, por metro lineal, resulta de 32,50 kilogramos, y el momento de inercia, con relación á su eje vertical, de 0,000008326.

Los contra-carriles, del mismo tipo, afectan sensiblemente la forma de un semi-carril, con un pequeño reborde adicional á la solera para el apoyo de las cuñas de fijación. Su altura, algo inferior á la de los carriles, es solamente, de 110mms.; su anchura en la base de 57mms., y el espesor del nervio, de 10mms. A esta sección corresponde un peso, por metro lineal de barra, de 17 kilogramos, y un momento de inercia igual á 0,000003315.

Pruebas impuestas en condiciones.—Hé aquí, extractadas del pliego de condiciones facultativas del proyecto, las relaciones de las diversas pruebas á que debía someterse el material antes de proceder á su recepción:

PRIMERA PRUEBA.—**Tracción.**

Carriles y contra-carriles.—Se tomarán pequeños trozos, ya sea de la cabeza, nervio ó solera de las piezas sometidas á ensayo, los que se laminarán hasta quedar reducidos á un diámetro de 15mms., por una longitud de 100mms. Las barritas, así obtenidas, se someterán á los ensayos por tracción, á fin de conocer la resistencia á la rotura por milímetro cuadrado de sección, y el alargamiento proporcional correspondiente.

La resistencia á la rotura deberá ser de 60 á 65 kilogramos por mm^2 , y el alargamiento total obtenido, del 18 al 22 por 100. Si la resistencia resultase inferior á 59 kilogramos, ó el alargamiento menor de 17 por 100, y si estas deficiencias se repiten para más del décimo de las barras ensayadas, la serie de que éstas procedan será desechada por completo.

SEGUNDA PRUEBA.—**Choque.**

Carriles.—Colocada la barra de ensayo sobre dos soportes espaciados, 1m 10 y fijos sobre un yunque de 10 toneladas, deberá soportar sin romperse el choque de un martillo de 300 kilogramos, cayendo libremente de una altura de 2m 50. Para cuando las alturas de caída sean sucesivamente de 1m, 00 1m 50, 2m 00, y 2m 50, las flechas tomadas deberán ser sensiblemente de 0m, 001, 0m, 0035, 0m, 009 y 0m, 013.

El rebote más ó menos grande del martillo, dará una idea del grado de elasticidad de la barra.

Contra-carriles.—Para las pruebas de choque de los contra-carriles, se dispondrán las barras, yunque y apoyos de un modo idéntico, pero el peso del martillo, que á las susodichas alturas de caída, produzca las flechas permanentes apuntadas, será tan sólo de 120 kilogramos.

Si mas del décimo de las barras de una y otra clase, sometidas á ensayo, se rompieran con alturas de caída, iguales ó inferiores á las máximas respectivas, las series á que correspondan serán desechadas por completo.

TERCERA PRUEBA.—**Flexión.**

Carriles.—Cada uno de los carriles elegidos, colocado sobre dos puntos de apoyo, cuya separación sea de 1^m,10, deberá soportar en la parte media, y durante cinco minutos, una presión de 16.000 kilogramos, sin conservar flecha permanente después de la prueba.

La misma barra en igual posición y tiempo, deberá soportar sin romperse una carga de 36.000 kilogramos, aumentando después esta carga hasta producir la rotura.

Contra-carriles.—Los contra-carriles se someterán á pruebas análogas en idéntica posición y durante igual plazo, pero rebajando las dos presiones anteriormente designadas á 6.400 y 14.400 kilogramos respectivamente.

Como en las pruebas anteriores bastará, para desechar toda una serie, el mal resultado obtenido en un número de barras superior al décimo de las ensayadas.

Fundamentos de las condiciones exigidas.—Las condiciones referentes á la resistencia de los carriles, son una mera copia de las que acostumbrá á exigir la empresa de los ferrocarriles de Barcelona á Tarragona y Francia en sus contratos de adquisición del indicado material, cuyo tipo, idéntico al por nosotros adoptado, es de uso general en todas sus líneas. Dichas condiciones son á su vez reproducción de las que, para sus mejores calidades de aceros, tiene establecidas la renombrada fábrica alemana de Ruhrort, denominada *Aciéries du Rhin*, de que se surte habitualmente aquella empresa.

Las condiciones relativas á los contra-carriles las hemos deducido de las anteriores, determinando las nuevas cargas y pesos para la flexión y para el choque por la relación entre los momentos respectivos de inercia; lo que equivale á suponer, en virtud de la igualdad conservada para los brazos de palanca y alturas de caída, una misma calidad de acero y una distancia idéntica para ambas barras entre el llamado eje neutro y la fibra

más expuesta á romperse. Aunque esta última hipótesis no es cierta en absoluto, el pequeño error en ella cometido no influye de un modo apreciable en la exactitud del resultado.

Antes de entrar en la descripción detallada de estas pruebas, conviene indicar el fundamento de su elección, para lo que nos ha servido de seguro guía el notabilísimo informe redactado en 1886 por el Ingeniero Jefe de Puentes y Calzadas, Mr. Flamant, en su visita de inspección á las más importantes fábricas de su país, para estudiar los documentos relativos á la resistencia del hierro y del acero á los esfuerzos que debían soportar en las construcciones.

Según Mr. Flamant, el acero, y muy especialmente el que se obtiene por el *puñado*, se considera generalmente como más homogéneo que el hierro. Pero si bien el estado líquido por que se hace pasar aquél es ciertamente favorable á la homogeneidad de la masa en su conjunto, constituye, por el contrario, en los elementos más pequeños de dicha masa, una causa de heterogeneidad que caracteriza al acero, y puede explicar, en cierto modo, las rarezas ó anomalías que presenta dicho metal bajo el punto de vista de la resistencia.

En realidad, el acero es una *mezcla* ó una *combinación* de hierro con cierta proporción de carbono, y está comprendido bajo el punto de vista de su composición química entre la fundición y el hierro forjado. Puede obtenerse, por lo tanto, de uno ú otro de estos metales, sea haciendo absorber al hierro más cantidad de carbono, ó eliminando, además de las impurezas, parte del que contiene la fundición.

De este modo, y según las proporciones del carbono, se obtiene una serie de productos intermedios entre el hierro y la fundición, que difieren unos de otros bajo muchos puntos de vista, y muy especialmente por el del *acerado*. De aquí que los aceros muy *dulces* ó *maleables* se confundan á menudo con los hierros *duros*, y no contengan más que de 0,10 á 0,15 por 100 de carbono, cuando los aceros de gran dureza contienen de 0,7 á 1 por 100.

Se fabrican también aceros en los que, además de carbono, se encuentra *manganeso*, *fósforo*, *silice*, *cromo* y algunas veces *azufre*. La presencia de dichos elementos es á menudo consecuencia de la composición de los minerales; á veces, por el contrario, su introducción es voluntaria y tiene por objeto facilitar la fabricación, aumentando la fusibilidad ó permitiendo una purificación más perfecta.

En el periodo del enfriamiento, durante el cual se solidifica el acero, que primero estuvo en estado líquido, desaparece la homogeneidad de la masa; porque las partículas de hierro puro, menos fusibles, se solidifican las primeras, quedando alrededor de ellas en estado líquido una combina-

ción ó mezcla de hierro y de carbono en que la proporción de este último cuerpo es muy superior á la del conjunto. Este efecto se acentúa cada vez más, hasta el punto de que, en breves instantes, la masa entera se compone de granos poliédricos más ó menos gruesos, constituidos por hierro casi puro, nadando en un líquido más carburado, cuya solidificación es mucho más lenta. Cuando esta lentitud se exagera por la combinación de condiciones especiales, las partes últimamente enfriadas llegan á contener hasta el 15 por 100 de carbono, dando lugar á un cuerpo extremadamente fusible. La heterogeneidad resulta tanto mayor, cuanto la proporción del carbono era más grande y el enfriamiento menos rápido.

Cuando dicho enfriamiento se hace de un modo brusco, ó no se producen estos efectos, ó tienen lugar en un grado mucho menor. Esta es la razón por la cual el acero *templado* conserva una resistencia muy superior á la del enfriado lentamente, siendo tanto más enérgica la acción producida por el temple, cuanto mayor es la proporción del carbono.

Pero en concepto de Mr. Flamant, la operación del temple determina además otros efectos; la capa exterior, enfriada primeramente, se contrae, ejerciendo una fuerte presión sobre las interiores, que se hallan todavía á temperaturas elevadas. Por reacción, dicha primera capa debe dilatarse posteriormente más allá de su límite de elasticidad, sufriendo una deformación permanente. Propagado el enfriamiento hasta el centro, las partes interiores se contraen á su vez; pero á consecuencia de su ligazón con la capa exterior, que ha sobrepujado, según se ha dicho, su límite de elasticidad, no pueden contraerse tanto como lo harían si estuvieran libres; y de aquí que permanezcan en estado de tensión, mientras que aquélla, por consecuencia de este esfuerzo, experimenta una nueva contracción.

Es evidente, además, que bajo la acción de las presiones interiores, una parte del carbono que se hubiera separado con un enfriamiento lento, se mantiene en disolución. De aquí resultan para los aceros templados propiedades muy distintas de las de los aceros ordinarios.

(Se continuará.)

JULIO VALDÉS,
Ingeniero de Caminos.

MADRID: 1888.

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE GREGORIO JUSTE.

Calle de Pizarro, número 15, bajo.