

del material de mercancías ordinario, y para aumentarla es preciso reforzar no sólo el gancho de unión propiamente dicho, sino también el cuadro del bastidor sobre el cual se fija. Remolcando sobre largas pendientes de 0,010 á 0,012 con un material provisto de semejantes enganches, se corre el riesgo con los trenes de mucha composición de ejercer esfuerzos que traspasen notablemente el límite de elasticidad y, por consecuencia, de que se produzcan roturas y otros accidentes graves.

Sobre la confección de adoquinados de asfalto artificial.

Desde hace algunos años el asfalto artificial se ha introducido en la técnica. El producto creado por Hannemann y denominado Technolith, principalmente, ha sido objeto de patentes explotadas en Berlín por la Sociedad Zoeller y Valfers. Como osamenta mineral que reemplace á la caliza ó la arena, se ha recurrido á una especie particular de escoria de altos hornos, y como aglomerante ó impregnante, se ha sustituido el betún por una sustancia análoga sacada del alquitrán de la hulla ó de los residuos de la destilación del petróleo. Estos productos se combinan con azufre y cloruro de calcio á la temperatura de fusión del asfalto, y después de molido y mezclado con una materia inerte se recalienta de nuevo.

Según Jost, se debe obtener el asfalto artificial mezclando el aceite pesado de petróleo con grafito ó pizarra en polvo y agitando con polvo de asfalto y una sustancia inerte.

Las placas se someten á una presión de 200 atmósferas.

M. Gary, Director del laboratorio de ensayos de Charlottembourg, realizó en 1897 experiencias comparativas sobre el asfalto artificial y sobre el asfalto natural. Las placas artificiales comprimidas en la prensa hidráulica resistieron mejor que el asfalto natural; el peso específico fué de 2.290 y el del asfalto natural de 2.117.

El autor de este artículo (véase el *Oesterr. Wochenschrift für den öffentl. Bandienst*, Viena 27 de Marzo de 1909) da cuenta de los ensayos que él ha ejecutado sobre los materiales obtenidos por la fábrica de Technolith de Brünn.

Una mezcla de Technolith y de asfalto natural se reconoce con el tratamiento por la ebullición en el agua; los sulfitos, polisulfitos y sulfato de calcio que contiene la Technolith se disuelven, lo que no se encuentra en el asfalto natural.

El producto designado con el nombre de Technolith no resiste á las intemperies y á la circulación; se desagrega. Las escorias de los altos hornos son, por otra parte, alterables por consecuencia de la reacción del azufre y de la cal en presencia del aire. Para llegar á hacer mejores materiales se debe desde luego buscar como aglomerante un producto artificial que se aproxime más al betún del asfalto natural (Kohler. *Chemie und Technologie der Asphalte*, 1904), tal como la brea grasa del petróleo, residuo de la destilación fraccionada. La proporción en azufre del asfalto natural es característica: de un 2 á un 10 por 100, mientras que la brea de petróleo no contiene más de un 1 por 100; parece, pues, indicado forzar un poco la proporción de azufre de este último antes del empleo.

En lugar de recurrir á una osamenta alterable al aire como la escoria, convendría tomar rocas débilmente bituminosas, tal y como se encuentran en la naturaleza (especialmente en el Tirol), y pulverizarlas, impregnándolas de brea de petróleo y sometiéndolas después á una temperatura conveniente y á una presión elevada.

La presa Roosevelt sobre el Salt River.

La construcción de la presa Roosevelt sobre el Salt River se ha realizado en medio de considerables dificultades, por consecuencia de las numerosas crecidas que han tenido lugar durante el período de ejecución de los trabajos.

Su altura es de 86,62 metros, la mayor de todas las conocidas; agua arriba de la presa la profundidad del agua será de 73,80 metros, y el volumen de agua almacenado de 1.560 millones de metros cúbicos.

En la campaña de 1905 se hizo la instalación de los talleres, se pusieron en explotación las canteras y se hincaron los pilotes para las ataguías.

En Noviembre sobrevino una crecida que elevó el río más de 9 metros en diez y siete horas, y el caudal pasó bruscamente de 56 á 3.640 metros cúbicos por segundo. Las ataguías y una parte de los aparatos mecánicos fueron arrastrados por la corriente.

Después de este desastre se decidió prescindir de la disposición adoptada para dar salida á las aguas por las ataguías, y se dispuso que ésta tuviera lugar por el túnel de las compuertas, cuya capacidad de gasto es de 37 metros cúbicos por segundo, cuando las aguas se encuentren agua arriba á la cota del embalse de la presa.

En Junio de 1906 las ataguías estaban reconstruidas, y el 13 del mismo mes las aguas del río pasaban por el túnel. Durante los tres meses siguientes se hicieron las obras de impermeabilización de las ataguías y se excavaron las zanjas en el emplazamiento de la presa. Dos excavadoras y cuatro bombas, movidas por el agua á una presión de 75 metros próximamente, se emplearon en este trabajo.

La presa está cimentada sobre una arenisca dura de grano fino, cuyos bancos están inclinados hacia agua arriba, según un ángulo de 29 grados sobre la horizontal, condiciones de las más favorables.

El 20 de Septiembre de 1906 tuvo lugar la colocación de la primera piedra, y las obras de fábrica pudieron continuarse hasta las crecidas de invierno, que comenzaron el 2 de Diciembre.

En la primavera de 1907 hubo que reconstruir enteramente las ataguías; la de agua arriba se estableció esta vez de fábrica, no pudiéndose emprender los trabajos de la presa hasta mediado el mes de Junio.

Durante el verano y el otoño de 1907 hubo todavía varias interrupciones debidas á crecidas, cuyo gasto excedía ligeramente el del túnel; pero los meses de Noviembre y Diciembre de 1907 y Enero de 1908 fueron favorables.

Las crecidas que sobrevinieron el 4 de Febrero encontraron la presa terminada, en condiciones de que no fueran de temer accidentes graves, y pudo terminarse el trabajo sin necesidad de las ataguías. Un poco más tarde fué defendido el túnel, á fin de poder colocar las compuertas, y el 2 de Junio de 1908 fueron de nuevo admitidas las aguas en el túnel.

Durante el verano de 1908 se continuó la elevación de la presa.

Se ve que, no obstante estas circunstancias desfavorables, la construcción de esta obra se ha realizado muy rápidamente.

(Engineering News.)

Los límites de trabajo elástico y de las cargas de rotura exigidas á las piezas de acero empleadas en las construcciones civiles en 1885 y en 1906.—(Nota de M. Mesnager, Ingeniero Jefe de Puentes y Calzadas en Nevers.)

En el estudio que ha publicado sobre el empleo del acero en las vigas de hormigón armado en los *Annales des Ponts et Chaussées de France* (año 1908) M. Mesnager hace la observación siguiente:

«El límite elástico del metal es una constante de capital importancia en las construcciones de hormigón armado, de la que no se preocupan frecuentemente los Ingenieros todo lo necesario. Generalmente se conforman con determinar el límite de rotura. Á nosotros se nos han presentado aceros en barras para

una obra de hormigón armado cuya resistencia era superior á 40 kilos por milímetro cuadrado y cuyo límite elástico estaba comprendido entre 16 y 18 kilos, y considerando verdaderamente atrevido imponerles una fatiga calculada en 12 kilos por milímetro cuadrado, pues un pequeño error de apreciación en las cargas y sobrecargas hubiera determinado el agrietamiento completo de la obra, nos hemos visto precisados á rechazarlas.

Es fácil obtener de las fabricas 22 ó 24 kilos por milímetro cuadrado.»

La importancia de esta observación es tanto mayor cuanto que los puentes metálicos se hacen casi todos de acero dulce, definido por sus propiedades mecánicas.

Antiguamente los límites de trabajo impuestos á los metales que entran en las construcciones civiles eran fijos, cualesquiera que fuesen las variaciones, ya en magnitud ó ya en dirección de los esfuerzos, á los cuales se sometían las piezas metálicas.

Estos límites de trabajo se deducían:

- 1.º De las cargas de rotura.
- 2.º De los límites de elasticidad.

Así, para las piedras y las maderas, el límite de trabajo se fijaba en $\frac{1}{10}$ de la carga de rotura.

Para el hierro, cuyo límite de rotura se ha considerado siempre de 36 kilos por milímetro cuadrado, el límite de trabajo se fijaba en $\frac{1}{6}$ de la carga de rotura.

En cuanto al límite de elasticidad de estos hierros, se exigía que fuese por lo menos igual á 15 kilos por milímetro cuadrado.

Las causas de alteración y de destrucción de los materiales y las incertidumbres respecto de su constitución eran mucho más grandes en los dos primeros casos (piedras y maderas, coeficiente $\frac{1}{10}$) que en el tercero (hierros, coeficiente $\frac{1}{6}$).

Además, por lo que concierne á los hierros, este límite en las armaduras, expuestas á vibraciones, era determinado por las consideraciones siguientes:

Se demostraba sumariamente, y se admitía que, bajo la acción de las cargas dinámicas, el trabajo de los hierros en las piezas de las armaduras podía ser doble. El trabajo máximo podía, por lo tanto, pasar momentáneamente de 6 á 12 kilos, y quedaba un margen de

$$15 - 12 = 3 \text{ kilos.}$$

para hacer frente á los defectos de homogeneidad.

Para el acero dulce se exige el límite de elasticidad de 22 kilos, á fin de poder contar con un límite de trabajo de

$$10 \text{ kilos por milímetro cuadrado.}$$

Este trabajo máximo, que puede doblarse bajo la acción de las cargas dinámicas, es susceptible de llegar á 20 kilos, y quedan todavía 2 kilos para hacer frente á los defectos de homogeneidad.

Este defecto de homogeneidad es ciertamente menor con el sistema de paquetes que con un metal fundido en lingotes en moldes.

Las cargas de rotura de estos aceros dulces deben oscilar alrededor de 42 kilos y separarse poco de este límite, bajo pena de obtener aceros demasiado blandos ó bien—y esto es más peligroso—aceros duros y quebradizos, faltándoles á las piezas la elasticidad necesaria para soportar flexiones y vibraciones.

En este caso el límite de trabajo llega hasta $\frac{1}{4}$ casi de la carga de rotura.

La experiencia ha probado, ya para los puertos de carretera, ya para los de ferrocarril, ya para los puentes-canales, que esta proporción no es exagerada.

Es conveniente poner en relación los coeficientes propios de los aceros con los coeficientes especiales de los hierros antiguos, hierros pudelados ó soldados.

Estos coeficientes para ser comparables suponen:

- 1.º Que no se ha hecho ninguna deducción para los agujeros de los roblones.

- 2.º Que son constantes, cualquiera que sea el sentido y la magnitud de los esfuerzos á los cuales las piezas están sometidas, con tal que estos esfuerzos no pasen del límite de elasticidad.

Pongámoslos enfrente unos de otros:

	HIERROS	ACEROS DULCES
Carga de rotura.....	56 kilos.	42 kilos por término medio (de 40 á 44).
Alargamiento antes de la rotura.....	15 á 20 %	24 %
Límite de elasticidad..	15 kilos.	22 kilos.
Límite de trabajo.....	6 kilos.	10 kilos.

Las cifras absolutas que preceden deben, para tener en cuenta las leyes de Wöehler, variar:

- 1.º Con la magnitud de los esfuerzos periódicos á los cuales las piezas de armadura están sometidas.
- 2.º Con el sentido de estos esfuerzos.

Además, debe hacerse deducción de la sección total de huecos que corresponden á los agujeros de los roblones.

Los límites de trabajo que se deben considerar en estas condiciones, llamando *A* el más pequeño y *B* el más grande de los esfuerzos, son:

- 1.º Para el hierro, en lugar de un límite constante de 6 kilos, los límites:

$$6 + 3 \frac{A}{B} = 6 \left(1 + \frac{1}{2} \frac{A}{B} \right) \left\{ \begin{array}{l} \text{esfuerzos siempre en el mismo sentido.} \end{array} \right.$$

$$6 - 3 \frac{A}{B} = 6 \left(1 - \frac{1}{2} \frac{A}{B} \right) \left\{ \begin{array}{l} \text{esfuerzos de sentido contrario, extensión y compresión alternativas} \end{array} \right.$$

- 2.º Para el acero, en lugar de un límite constante de 10 kilos:

$$8 + 4 \frac{A}{B} = 8 \left(1 + \frac{1}{2} \frac{A}{B} \right) \left\{ \begin{array}{l} \text{esfuerzos siempre del mismo sentido.} \end{array} \right.$$

$$8 - 4 \frac{A}{B} = 8 \left(1 - \frac{1}{2} \frac{A}{B} \right) \left\{ \begin{array}{l} \text{extensión y compresión alternativas.} \end{array} \right.$$

Prácticamente no se separan estos límites mucho de los límites extremos siguientes:

Para el hierro, de 5 á 8 kilos.

Para el acero, de 8 á 12 kilos.

El antiguo límite fijo de trabajo de 10 kilos para el acero constituye, por lo tanto, el valor medio de los nuevos límites, lo que confirma su carácter prudente, práctico y racional.

Pero se concibe bien que este límite de trabajo de 10 kilos esté demasiado cerca de los límites 16 y 18 kilos, de la elasticidad perfecta y esencial para que estas últimas cifras puedan adoptarse con toda seguridad.

Hormigón armado.—Su empleo en las obras públicas.

M. G. Espitallier ha presentado el 2 de Octubre de 1908, ante la «Société des Ingenieurs civils de France», una comunicación que creemos útil resumir.

Después de recordar las vacilaciones que hubo al principio, cuando se trató de introducir el hormigón armado en la práctica de las obras públicas, M. Espitallier manifiesta que si bien el período de empirismo aún no se ha cerrado, las aplicaciones son hoy bastante numerosas y los hechos de experiencia bastante concluyentes para que se tenga completa confianza en los métodos de cálculo.

Lo que caracteriza esencialmente el hormigón armado, ó más exactamente la fábrica armada, es la exacta colocación de los