

cambiables, dispuestas de modo que al llenar la caja se evite la formación de polvo. El trasiego de la basura en los patios á grandes depósitos, con objeto de transportarla á los carros de la basura, no debe permitirse. Depósitos particulares para basura y para cenizas son recomendables.

3.<sup>a</sup> El canje de las cajas de cambio debe seccionarse en tiempo apropiado, al menos debe tener lugar una vez por semana para cada casa.

4.<sup>a</sup> Para el alejamiento de las basuras deben exclusivamente emplearse carros que no dejen escapar polvo. ¿Qué clase de construcción de carros, correspondiendo á exigencias higiénicas (hay que emplear) debe hacerse conocer ó fijar de tiempo en tiempo por las autoridades municipales? A partir de un momento determinado, que debe hacerse conocer algunos años antes, no deben ya utilizarse carros que no correspondan á las exigencias higiénicas.

5.<sup>a</sup> El transporte de las basuras debe quedar terminado en todas las partes concurridas ó animadas de la ciudad, en verano á las nueve, y en invierno á las diez.

6.<sup>a</sup> El mejor método para la separación ó eliminación de las basuras es la cremación.

7.<sup>a</sup> El almacenamiento de las masas de basura en los llamados sitios de depósito, es un peligro para la salud pública y, por lo tanto, no debe permitirse.

8.<sup>a</sup> Si no pueden accidentalmente evitarse por circunstancias locales dichos sitios de depósito, deben las materias depositadas cada día cubrirse con una capa de tierra de un espesor, al menos, de medio metro.

9.<sup>a</sup> No deben adosarse dichos sitios de depósito á los ríos, porque las aguas, por lo que se desprende de los materiales transportados y por las lluvias que lavan el sitio, pueden ser impurificadas.

B. Con relación á la limpieza y riego de las calles:

1.<sup>a</sup> La limpieza y riego de las calles es asunto correspondiente á las autoridades municipales.

2.<sup>a</sup> Deben estar sometidas todas las calles y plazas á una regular limpieza y riego.

3.<sup>a</sup> Deben desecharse las máquinas de barrer «secas», porque levantan dañosos remolinos ó nubes de polvo. Deben emplearse máquinas de barrer que combinan á la vez el barrido y regado, «máquinas de barrer húmedas».

4.<sup>a</sup> Para el regado de las calles, para surtidores, para el lavado de retretes, puede ventajosamente utilizarse agua salada, «agua de mar».

5.<sup>a</sup> Arrojar las impurezas de las calles al mar es de nuevo recomendable.

6.<sup>a</sup> La nieve recién caída es lo más ventajoso para alejarle ó quitarle, arrojarle á los albañales ó ríos.

C. Con relación á la higiene total ó general de las calles.

La separación ó alejamiento de las basuras de las casas, la limpieza y regado de las calles, el cuidado de los retretes públicos, debe someterse ó estar confiado á Ingenieros formados prácticamente.

(Se continuará.)

## REVISTA EXTRANJERA

### Los experimentos de rotura de un puente metálico en la Exposición de Bruselas.

Hemos recibido un interesante folleto de M. Vierendeel, autor del puente destinado á los experimentos de rotura que se han llevado á cabo en el parque de Tervueren, cerca de Bruselas. En este folleto se estudian minuciosamente estos experimentos, y su autor deduce de ellos consecuencias favorables al sistema de arcadas.

De la primera serie de experimentos, realizados del 24 de Agosto al 25 de Octubre del año próximo pasado, dimos cuenta en nuestro número de 3 de Febrero. Vamos á completar este estudio consignando los resultados obtenidos en la segunda serie.

El 11 de Noviembre, á las siete de la mañana, la flecha total era de 53,30 milímetros, lo cual supone 40 milímetros para la sobrecarga de 150 toneladas.

Desde las siete de la mañana hasta medio día se aumentó la sobrecarga en 46.800 kilogramos, llegando á ser de 206.861 kilogramos, es decir,  $\frac{206.861}{148.000} = 1,40$  veces la carga normal.

A las once y cuarenta se midió una flecha de 55,32 milímetros; el aumento correspondiente al incremento de 47 toneladas fué, por lo tanto, de 2 milímetros.

El 12 de Noviembre, á las siete y cuarenta, la flecha era de 55,75 milímetros.

Ese día se decidió descargar el puente por haberse roto uno de los aparatos de apoyo, de fundición. Al ser descargado el puente, la flecha disminuyó en 27,75 milímetros, cifra mayor que la que indica el cálculo. El autor lo atribuye á lo que llama *elasticidad remanente* y hace observar que la obra no perdió nada de su elasticidad á pesar de haber obrado la sobrecarga durante dos meses y medio. Además se observó que los días que el puente estuvo descargado, la flecha fué disminuyendo gradualmente desde 27,50 milímetros, el 13 de Noviembre, hasta 26,50, el día 22 del mismo mes; se puede deducir que aun hubiera seguido esta disminución si hubiera continuado descargado el tramo.

Efectuado el cambio del aparato de apoyo, se volvió á cargar el puente el día 23 de Noviembre.

Para una sobrecarga de 225 toneladas repartidas uniformemente, se midieron flechas de 41,95 y de 41,40 milímetros en las dos vigas.

Con 300 toneladas y con temperaturas de 1° á 2°, el 25 de Noviembre, las flechas fueron de 60,85 y de 61,20 milímetros respectivamente.

La flecha calculada para esta sobrecarga, admitiendo  $E = 18.000$  es de 44,80 milímetros; pero la carga correspondiente es de 13,5 kilogramos por mm<sup>2</sup>, ya muy próxima al límite de elasticidad. Según ciertos experimentos de M. Considère que el autor invoca, el coeficiente de elasticidad disminuye gradualmente á medida que la carga aumenta, llegando á 10.000 cuando aquélla se aproxima al límite de elasticidad; y hace observar que se obtiene el acuerdo entre la flecha medida y la calculada admitiendo el valor de  $E = 10.000$ .

El 26 de Noviembre, de seis á ocho de la mañana, se aumentó la sobrecarga hasta 350 toneladas, y la flecha experimentó un incremento de 8 milímetros; pero este aumento fué sólo aparen-

te, porque se comprobó que fué debido principalmente á asientos de los estribos. Hasta entonces el puente no había manifestado ningún indicio de haber llegado al límite de elasticidad; las flechas aumentaban gradualmente y lo mismo sucedía con las tensiones indicadas por los aparatos Manet-Rabut.

Los asientos que se produjeron en los estribos fueron causa indudablemente de que se aumentara la fatiga en ciertas piezas, acelerando la rotura de la obra.

A las nueve y veinticinco la sobrecarga llegó á 366 toneladas y el tramo dió indicios claros de su próxima rotura. La flecha aumentó considerablemente, los aparatos Manet dieron indicaciones muy irregulares, especialmente en las partes comprimidas, y se manifestaron en diversos puntos alabeos de los palastros. De todo ello se dedujo que se había llegado al límite de elasticidad.

La sobrecarga efectiva era entonces de 372 861 kilogramos contando con el aumento de peso del tablero, de 6.861 kilogramos; es decir, que la sobrecarga era relativamente á la normal  $\frac{372.861}{148.000} = 2,52$ .

El límite de elasticidad se manifestó, según esto, siendo la sobrecarga 2,52 veces la normal ó de prueba; la tensión máxima era de 15,10 kilogramos por milímetro cuadrado.

M. Vierendeel termina su folleto, dando como resultado de su estudio las ocho conclusiones siguientes:

1.<sup>a</sup> El sistema de puentes de arcadas es más rígido, menos flexible que el de alma llena y que el de celosía.

2.<sup>a</sup> El puente de arcadas es menos sujeto á vibraciones que el puente de celosía, menos sensible á las trepidaciones y á los efectos dinámicos, y en consecuencia su duración está mejor asegurada.

3.<sup>a</sup> Queda demostrado que la viga de arcadas posee una elasticidad perfecta.

4.<sup>a</sup> El coeficiente de seguridad del puente de arcadas es notablemente superior al del puente de celosía.

5.<sup>a</sup> La viga de arcadas se puede calcular exactamente.

6.<sup>a</sup> Los puentes de arcadas presentan una notable economía, comparados con los de celosía.

7.<sup>a</sup> Los puentes de arcadas son, á igualdad de peso, más económicos que los de celosía.

8.<sup>a</sup> El sistema de arcadas es el sistema verdaderamente racional en el caso de los ensamblajes rígidos.

#### Motores de combustión y de alta compresión.

M. A. Witz ha presentado recientemente á la Academia de ciencias de París la nota siguiente:

Los motores de gas de explosión habían eclipsado á los motores de compresión; parecían olvidadas estas ingeniosas máquinas inventadas por Siemens, Brayton, Simon, Crome, Foulis, Gardie, etc., cuyo ciclo es, sin embargo, tan adecuado para realizar las grandes potencias á que hoy se aspira. El Sr. Diesel, Ingeniero de Munich, ha llamado nuevamente la atención sobre las ventajas que procura la combustión gradual, y sus perseverantes esfuerzos se han visto coronados por un éxito industrial brillante.

La teoría de los motores de gas recibe con este motivo una nueva confirmación, que es conveniente señalar: recordaré la fórmula del rendimiento que demostré, en 1883, en mis estudios

sobre los motores de gas detonante, porque permitía prever los resultados del Sr. Diesel.

El ciclo de los motores de combustión está constituido por cuatro fases de operaciones que es fácil describir.

Se empieza por una compresión adiabática, desde la presión atmosférica  $H$  hasta una presión  $\pi$ , la cual tiene por efecto elevar la temperatura de la mezcla detonante de  $\theta$  á  $T$ .

La segunda fase consiste en una combustión á presión constante, bajo esta misma presión  $\pi$ , en la cual la temperatura pasa de  $\theta$  á  $T$ ; el calor suministrado por el hogar es igual á  $C(T - \theta)$ , siendo  $C$  el calor específico de los gases á presión constante.

Se procede luego á una expansión adiabática que vuelve los gases quemados á la presión atmosférica y lleva su temperatura al valor  $\theta'$ .

En fin, el ciclo se cierra tomando calor, contrayéndose los gases y restableciéndose las condiciones iniciales de temperatura y de presión; el calor sustraído es  $C(\theta' - \theta)$ , puesto que esta última operación se efectúa á la presión constante de la atmósfera.

El ciclo está, pues, limitado por dos adiabáticas y por dos rectas paralelas al eje de los volúmenes.

El rendimiento se calcula fácilmente.

$$\rho = \frac{C(T - \theta) - C(\theta' - \theta)}{C(T - \theta)} = 1 - \frac{\theta' - \theta}{T - \theta}.$$

Mas las transformaciones adiabáticas nos dan las siguientes relaciones:

$$\frac{\theta}{\theta'} = \left(\frac{H}{\pi}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \quad \text{y} \quad \frac{\theta'}{T} = \left(\frac{H}{\pi}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

por consiguiente,

$$\frac{\theta}{\theta'} = \frac{\theta'}{T} = \frac{\theta' - \theta}{T - \theta},$$

de donde

$$\rho = 1 - \frac{\theta}{T}.$$

Un ciclo de Carnot hubiera dado un rendimiento superior, igual á  $1 - \frac{\theta}{T}$ ; nuestro ciclo posee un rendimiento genérico menor que la unidad.

El trabajo desarrollado crece con la diferencia entre  $T$  y  $\theta$ ; pero el rendimiento del ciclo es independiente de los valores de  $T$ . Vemos, pues, que el rendimiento absoluto permanece constante, cualquiera que sea el trabajo; en otros términos, el rendimiento es el mismo á carga completa que á media carga, propiedad preciosa á la que se atribuye gran valor.

La potencia de un motor que funciona según este ciclo se regula prácticamente por la duración de la combustión y la cantidad de calor cedida en la primera fase, es decir, por la diferencia entre  $T$  y  $\theta$ . Un motor de estas condiciones podría ser de dimensiones exiguas, en atención á que el área del ciclo es considerable y mucho mayor que la de los motores de explosión; la suavidad de la marcha sería notable, puesto que la presión permanece constante durante toda la fase de admisión.

En el valor de  $\theta$ , y por consiguiente, en el grado de compresión, reside la causa del rendimiento de este ciclo. Supongamos que se pueda comprimir la mezcla á 250 atmósferas; en este