

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Redactor-Presidente... Excmo. é Ilmo. Sr. D. Leonardo de Tejada, Inspector general del Cuerpo
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
 D. Antonio Sonier, Profesor de la Escuela de Caminos.
 D. Manuel Maluquer, Ingeniero del mismo Cuerpo, *Secretario*.
Colaboradores..... Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.

ESTABILIDAD

de las construcciones de hormigón de cemento armado ⁽¹⁾.

(CONTINUACIÓN)

Según indica Planat, se determina h añadiendo á u (ó á δ , empleando nuestras notaciones) algunos centímetros de hormigón para envolver las barras de hierro de la armadura; este aumento representa por término medio un noveno de u ó más bien de δ ; luego se puede escribir:

$$h = \frac{10\delta}{10}, \delta = \frac{9h}{10}, \quad y \quad u = \frac{\delta}{h} = \frac{9}{10}$$

Con este valor de u , las relaciones (67) y (68) se convierten en

$$\omega = 0,00468 \, b \, h \quad (69)$$

$$M = 29,956 \, b \, h^2 \quad (70)$$

de donde se deduce

$$b \, h^2 = 0,000033383 \, M \quad (71)$$

$$b \, h = 0,000033383 \frac{M}{h} \quad (72)$$

Introduciendo este valor en la ecuación (69), se obtiene

$$\omega = 0,000000156 \frac{M}{h} \quad (72 \text{ bis}).$$

Comparemos ahora estos valores de $b \, h$ y de ω con los que dan las fórmulas (35) y (36), párrafo 10, de las cuales se deduce

$$b \, h = 0,000012 \frac{M}{h} \quad (73)$$

y

$$\omega = 0,000000024 \frac{M}{h} \quad (74)$$

Observaremos que las fórmulas de M. Planat, exigen más hormigón y menos hierro, cuando las vigas que se comparan tienen alturas iguales, y deben resistir al mismo momento flector.

Nuestra sección de hormigón, es á la de M. Planat como $\frac{12,000}{33,383}$, es decir, como 1 á 2,782; la sección de nuestra armadu-

ra es á la de M. Planat como $\frac{240}{156} = \frac{3}{2}$ próximamente.

Se verá esto con más claridad en un ejemplo.

M. Planat ha calculado el espesor y la armadura que conviene adoptar para un forjado de 1 metro de ancho, capaz de resistir á un momento flector de 590 kgms., y ha encontrado

$$\omega = 0,00066 \, m.^2 \quad \delta = 0,126.$$

Estudiemos este ejemplo, aplicando, para comprobarlo, las relaciones (69) y (71) que hemos deducido de las fórmulas de M. Planat.

Datos del problema: $b = 1m,00$; $M = 590 \, kgm.$ La fórmula (71) da

$$b \, h^2 = 0,000033383 \, M = 0,019696.$$

de donde se deduce

$$h = \sqrt{\frac{0,019696}{1,00}} = 0,1403$$

y, puesto que $\delta = \frac{9h}{10}$,

$$\delta = \frac{9 \times 0,1403}{10} = 0,126.$$

Este primer resultado es exactamente igual al de M. Planat. La aplicación de la fórmula (69) da

$$\omega = 0,00468 \, b \, h = 0,000655 \, m.^2$$

Este segundo resultado es sensiblemente igual al de M. Planat (0,000600 $m.^2$); la ligera diferencia entre ambos es debida sin duda, á las cifras decimales que hemos despreciado al transformar las fórmulas de M. Planat.

Aplicando ahora las fórmulas (35) y (36), encontramos,

$$b \, h^2 = 0,000012 \, M = 0,00708$$

de donde se deduce

$$h = \sqrt{\frac{0,00708}{1,00}} = 0,08414$$

y

$$\omega = 0,02 \, b \, h = 0,001683 \, m.^2$$

La sección de hormigón es de 0,1403 $m.^2$ en la viga de M. Planat y de 0,0841 $m.^2$ en la nuestra.

La sección de la armadura es de 0,000655 según las fórmulas de M. Planat y de 0,001683, según las nuestras.

Se observa que las relaciones entre estas cifras difieren poco de las ya indicadas $\frac{2,782}{1,000}$ y $\frac{2}{3}$; la diferencia proviene de que las vigas á las cuales se aplican los cálculos tienen diferentes alturas.

(1) Véase el núm. 1280.

El precio de la viga por metro lineal, sería:
Con las fórmulas de M. Planat:

$60 b h = \dots\dots\dots$	8,400 francos.
$3000 \omega = \dots\dots\dots$	1,965
Total.....	<u>10,365</u>

Con las nuestras:

$60 b h = \dots\dots\dots$	5,046
$3000 \omega = \dots\dots\dots$	5,049
Total.....	<u>10,095</u>

Nuestra solución es, pues, un poco más económica, pero la diferencia es insignificante. La economía sería más importante si hubiéramos comparado vigas colocadas de canto con la misma altura, en vez de vigas muy anchas y del mismo ancho. Pero la consideración de la economía, á pesar de su gran importancia, es al fin y al cabo secundaria cuando se trata de asegurar la solidez de un puente. La solución de M. Planat debería ser preferida si fuese más favorable á la estabilidad. Al lector toca decidir entre las dos.

Haremos observar, sin embargo, que el tanto por ciento de metal de las vigas constituidas según los resultados de las fórmulas de M. Planat parece insuficiente. Con armaduras tan débiles, los hierros se alargarían mucho durante las pruebas, y el hormigón tendido correría grave riesgo de agrietarse, comprometiendo la duración de la obra.

Por este motivo, creemos deber abstenernos de aconsejar el empleo de las fórmulas de M. Planat, las cuales, por otra parte, no son más que meramente aproximadas, y, como todas las demás, se fundan en hipótesis más ó menos verosímiles, pero no indiscutibles.

18. *Comparación con el método de cálculo indicado por M. Considère.*—El Ingeniero Jefe M. Considère ha explicado en el *Génie Civil*, 11 de Febrero de 1899, que basta para calcular el momento de rotura de un prisma rectangular de altura h y espesor e , multiplicar $e h^3$ por las cifras inscritas en la columna 11 del cuadro 3, inserto en el mismo número de la citada publicación, valuando las dimensiones e y h en centímetros.

Si se designan por ψ las cifras de la columna 11 del cuadro, se puede expresar la regla de M. Considère por medio de la fórmula:

$$M_0 = \psi e h^3.$$

La letra e de esta fórmula tiene la misma significación que la b del párrafo 3 empleada en este estudio; representa el ancho

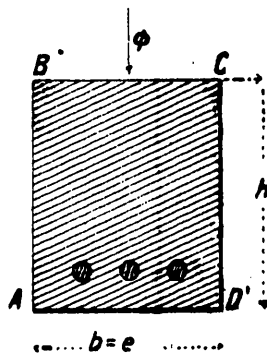


Fig. 23.

AD de la viga (fig. 23); podremos, pues, escribir la ecuación anterior bajo la forma:

$$M_0 = \psi b h^3 \quad (75)$$

M. Considère indica luego en las págs. 244 y 245 del citado tomo del *Génie Civil*: primero, que de todos los valores que puede tomar el coeficiente ψ , el que mejor conviene es $\psi = 0,280$, y segundo, que procede para determinar el momento resistente de una viga, dividir su momento de rotura por un coeficiente de seguridad, el cual, por prudencia, se fijará en 2,50, entretanto que

no se pueda conocer el estado de las construcciones armadas después de mucho tiempo de ejecutadas.

Los valores numéricos indicados para el coeficiente ψ , han sido determinados por M. Considère, tomando el centímetro como unidad de longitud para valuar la altura h y el ancho b de las vigas. Adoptando el metro por unidad, como lo hemos hecho en todo nuestro estudio, dividimos el producto $e h^3$ de M. Considère por $100^3 = 1.000.000$. Por consiguiente, para obtener el mismo resultado por medio de la fórmula (75), debemos multiplicar el valor numérico de ψ , es decir, 0,280, por un millón, y la fórmula anterior se convertirá en:

$$M_0 = 280.000 b h^3 \quad (76)$$

(Se continuará.)

ENTROPÍA⁽¹⁾

PRELIMINARES

Errores modernos sobre la unidad de la energía.

La unidad de las fuerzas físicas se abrió camino; los últimos descubrimientos de electricidad y el progreso de la Mecánica química parece que autorizan á basar todos los fenómenos en la energía cinética, de la cual sean las demás, tan sólo, modalidades.

Hora es ya de que nos detengamos un poco en nuestra marcha para reflexionar. Se está confundiendo la *unidad de las energías* con la *energía única*, que son cosas bien distintas.

No hay que olvidar sobre qué se cimentó la ciencia moderna, para no cargar sobre ella más de lo admisible.

Reflexiona Descartes sobre los procedimientos empleados para llegar al conocimiento de las cosas, y propone á la humanidad una receta nueva para hacer ciencia: no preocuparse de lo que son las cosas en sí, sino de lo que *parecen ser*, é interpretar el Universo percibido, por medio de un lenguaje convenido; por ejemplo, el de la Mecánica, por ser el de más general aplicación y prestarse los conceptos mecánicos á la medida. La *cantidad* puesta en mano de los sabios fué poderoso talismán que hizo avanzar con rápido paso á todas las ciencias naturales. y aun hoy, desde ha más de dos siglos, no se hace más que procurar hablarlo todo en *mecánico*.

Hay que tener en cuenta, sin embargo, que, al final de tan colosal tarea, cuando hayamos conseguido interpretar todas las cosas mecánicamente, no tendremos la expresión exacta del Universo percibido; la ciencia de que se envanecerá la humanidad no será más que una *ciencia perforada*, ó una especie de tela metálica de amplísimas mallas, por las cuales se nos escaparán todos los conceptos de la verdad de que no hicimos uso al estudiarla; no encontraremos más que *cantidad*, ni más color que el *mecánico*, único que pusimos en nuestra paleta.

Mira el sabio, desde su laboratorio, al Universo bajo el prisma mecánico, y olvidándose de tal artificio, exclama maravillado: ¡no veo en todo más que mecánica! ¡indudablemente no hay más que energía cinética!

Leve sus anclas la inteligencia y remóntese; deje, á ratos, el buril de la *cantidad* para refrescar la imaginación con el aura de la *cualidad*; negar la cualidad ó esencia del ser, es «convertir á la Naturaleza en cosa exterior y advenediza, como si estuviese fuera y no dentro del ser; como si éste fuera sólo un conmutador de movimiento mecánico en la producción y transmutación de toda clase de fenómenos.»

(1) Ofrecí en el núm. 1260 ocuparme de la *Entropía*; mas antes de entrar en su estudio, creo necesario rectificar algunos errores científicos hoy en boga.—N. del A.