

MADRID, 1.º DE JULIO DE 1880.

TOMO XXVIII.

NÚM. 13.

SUMARIO.

Vigas de hierro, por D. A. Ibarreta (conclusion).—Desarrollo de los caminos de hierro de los Estados-Unidos, etc.—Parte oficial.—Subastas.—Obras públicas de Ultramar.—Noticias varias. Personal.—Suelos.

VIGAS DE HIERRO.

(Conclusion.)

Si llamamos s el número de las oblicuas de tension comprendidas entre los indicados límites, la suma de los esfuerzos será la de s términos de una progresion aritmética de razon k , y cuyo primer término sea $N.k$, es decir,

$$Nks + s(s-1)k.$$

Siendo s' el número de las oblicuas de presion, la suma de sus esfuerzos será

$$Nks' + s'(s'-1)k,$$

y el esfuerzo de la barra horizontal de presion

$$\frac{1}{2} [s^2 + s'^2 + (N-1)(s+s')]k.$$

Llamemos M el número de las medias barras horizontales superiores comprendidas entre la mitad de la viga y la vertical que pasa por el medio de la horizontal considerada, de modo que $M = N - 1$; y hagamos $s + s' = S$; la expresion anterior quedará reducida á

$$\frac{1}{2} (s^2 + s'^2 + MS.)k.$$

Pasemos á considerar las barras superiores, y sea $R.R'$ la vertical que pasa por el medio de la barra que se considera (fig. 6.^a).

Del mismo modo que en las horizontales inferiores, el esfuerzo de una horizontal de traccion será igual á la semi-suma de los esfuerzos de todas las oblicuas comprendidas entre el medio de la barra RR' y el apoyo de la viga. De modo que si M representa el número de medias barras horizontales contenidas entre aquella vertical y el medio de la viga, el primer término de la progresion de s' términos será $M.k$, porque el número de las medias

barras comprendidas entre la extremidad superior de la primera oblicua de presion ef , pasado RR' , y el medio es M , y la suma de los esfuerzos de las oblicuas de compresion será

$$M.k.s' + s'(s'-1)k.$$

En las oblicuas de tension el primer término de la progresion será $(M+2)k$, porque el número de las medias barras comprendidas entre la extremidad superior de la primera de tension fg , despues de RR' , y el medio de la viga es $(M+2)$; de modo que la suma de los esfuerzos de las oblicuas de tension resulta

$$(M+2)k.s + s(s-1)k;$$

y el esfuerzo en la horizontal de tension

$$\frac{1}{2} [s^2 + s'^2 + MS - (s'-s)]k.$$

Segundo caso.—El peso está uniformemente distribuido en la parte superior (fig. 7.^a).

En el triángulo 2.º su vértice sostendrá P , más $\frac{1}{2} P$ del 1.º

En el 3.º, P más P del 2.º, más $\frac{1}{2} P$ del 1.º, ó sea $(2 + \frac{1}{2})P$.

Y así sucesivamente, de modo que en el triángulo μ º su vértice soportará

$$(\mu - \frac{1}{2})P = \pi.$$

El peso π , aplicado en un vértice cualquiera a (fig. 8.^a), estará sostenido por la rigidez de las dos barras av ac , y producirá las dos componentes m y o ; constituyendo la primera un esfuerzo de compresion en la ay expresado por

$$m = o. \cos. 60^\circ = o. \cos. 60^\circ = \frac{1}{2} o.$$

La componente o determina el esfuerzo de compresion en la ac , y es igual á

$$\frac{(\mu - \frac{1}{2})P}{\cos 30^\circ} = 1,1547 (\mu - \frac{1}{2})P.$$

Trasladada esa fuerza en co , se descompone en p y q ; la p constituye el esfuerzo parcial de la cb y

está contrarestada por la igual y contraria que se produce en medio de la viga, en la segunda mitad de ésta. La q es el esfuerzo de traccion de la barra aa' , y

$$p = q = 0.$$

Trasmitida q en $a'q$, se descompone nuevamente en las dos r y t ; la primera vertical, la segunda horizontal. Fácilmente se ve que $r = \pi$, y forma una parte de la carga π' . En cuanto á la componente $t = \frac{1}{2}q = \frac{1}{2}o$, es una parte del esfuerzo de presion de la aa' ; y puesto que al considerar la carga π hemos obtenido un esfuerzo $am = \frac{1}{2}o$ sobre la av , del mismo modo, al considerar π' del inmediato triángulo, resultará en la aa' un esfuerzo igual á la mitad del de presion en $a'c'$, que llamaremos o' ; de donde el esfuerzo parcial total de aa' será $\frac{1}{2}o + \frac{1}{2}o'$, ó sea la media entre los esfuerzos de las dos oblicuas de presion ac , $a'c'$.

Nos resta observar que en el último triángulo de la viga (fig. 9.^a) el punto x , estando directamente sostenido del apoyo, la fuerza y se descompondrá en las dos z y w ; la vertical w representa la reaccion del apoyo y es igual á la mitad del peso total de la viga; la otra, z , es el esfuerzo de traccion en la xb , y es igual á $\frac{1}{2}y$, por ser el ángulo $xy = 60^\circ$.

Obtenidos los esfuerzos parciales de las barras horizontales, los efectivos se obtendrán del mismo modo que anteriormente.

Si el medio de la viga coincidiera con la mitad de una horizontal superior, se deduciría fácilmente que el peso correspondiente al vértice del triángulo μ sería

$$N.P = \pi.$$

De lo expuesto resulta:

1.º En un triángulo μ , el esfuerzo de la oblicua de compresion es igual á

$$1,1547.\pi.$$

2.º El esfuerzo de la oblicua de traccion es igual al de la oblicua de presion del anterior triángulo, á partir del centro.

3.º El esfuerzo *parcial* de una horizontal de presion es medio entre los esfuerzos de las dos oblicuas que concurren en su extremidad más lejana del medio.

4.º El esfuerzo *parcial* de una horizontal de traccion, exceptuando la última, es igual á la oblicua

de traccion que concurre en su extremo más lejano del medio. La última es igual á la mitad del esfuerzo de la última oblicua de presion.

5.º Los esfuerzos efectivos de las horizontales de presion y traccion se forman del propio esfuerzo local y de la suma de todos los esfuerzos de las anteriores barras, á partir del apoyo.

Haciendo las mismas anotaciones y consideraciones que en el caso de la carga repartida en la parte inferior, tendríamos, para el esfuerzo de una oblicua cualquiera

$$N.k;$$

el esfuerzo en una horizontal de presion

$$\frac{1}{2}[s^2 + s'^2 + MS - (s' - s)]k,$$

y en una horizontal de tension

$$\frac{1}{2}(s^2 + s'^2 + MS)k.$$

En resumen:

Primer caso.—Carga repartida en la parte inferior:

$$\left. \begin{matrix} c \\ t \end{matrix} \right\} \dots = N.k$$

$$C. \dots = \frac{1}{2}(s^2 + s'^2 + M.S.)k$$

$$T. \dots = \frac{1}{2}[s^2 + s'^2 + M.S - (s' - s)]k.$$

Segundo caso.—Carga repartida en la parte superior.

$$\left. \begin{matrix} c \\ t \end{matrix} \right\} \dots = N.k.$$

$$C. \dots = \frac{1}{2}[s^2 + s'^2 + MS - (s' - s)]k.$$

$$T. \dots = \frac{1}{2}(s^2 + s'^2 + MS)k.$$

c , t , C , T , esfuerzos de presion y traccion en las barras oblicuas y horizontales.

N , número de las *medias* barras horizontales superiores comprendidas entre el medio de la viga y la extremidad superior, en el primer caso, y la inferior en el segundo, de la oblicua considerada.

s , número de las oblicuas de traccion comprendidas entre el extremo de la viga y la vertical que pasa por el medio de la horizontal que se considera.

s' , número de las oblicuas de presion contenidas entre los mismos límites.

$$S = s + s'.$$

M , número de las medias barras horizontales comprendidas entre la indicada vertical y el medio de la viga.

$$k = 0,57735.P; P, \text{ peso que corresponde á cada}$$

triángulo, ó sea el peso total de la viga (permanente y accidental), dividido por el número de triángulos que la misma contiene.

A fin de que aparezcan de un modo claro las sencillísimas leyes que rigen entre los esfuerzos de las diferentes barras que componen el sistema, apliquemos las anteriores fórmulas á los casos que puedan ocurrir, y hagamos en ellas $0,57735.P = s$.

Es evidente que resultarán números proporcionales á los esfuerzos reales; de modo que multiplicando aquéllos por el coeficiente k , obtendremos estos esfuerzos.

Harémos observar desde luego que, esté la carga repartida en la parte inferior ó en la parte superior, los esfuerzos, en absoluto, son los mismos, pero de signo cambiado (fig. 10.^a). Es lo mismo, en cualquiera de los dos casos, que *invertir* totalmente la viga, conservando las barras sus valores, pero pasando todos los esfuerzos de presion á esfuerzos de traccion y viceversa. Este resultado se deduce de la simple inspeccion de las fórmulas.

En las barras oblicuas siguen los esfuerzos, dos á dos, la serie de los números naturales *pares*, empezando por 0 las del centro de la viga.

Contando desde el apoyo, la 1.^a horizontal de $\begin{cases} \text{presion} & \text{— primer caso} \\ \text{traccion} & \text{— segundo caso} \end{cases}$ es igual á la oblicua de $\begin{cases} \text{presion} \\ \text{traccion} \end{cases}$ que la precede. La 2.^a horizontal es igual á la anterior, más la oblicua de $\begin{cases} \text{presion} \\ \text{traccion} \end{cases}$, que tambien le precede, y así sucesivamente.

La 1.^a horizontal de $\begin{cases} \text{traccion} \\ \text{presion} \end{cases}$ es igual á la mitad de la oblicua de $\begin{cases} \text{traccion} \\ \text{presion} \end{cases}$ que le sigue. La 2.^a, igual á la 1.^a horizontal de $\begin{cases} \text{presion} \\ \text{traccion} \end{cases}$, más la mitad de la oblicua de $\begin{cases} \text{traccion} \\ \text{presion} \end{cases}$ que le sigue, y del mismo modo las demas.

Las barras oblicuas siguen, dos á dos, la serie de los números naturales *impares*, empezando por 1 las dos primeras, á partir del centro (fig. 11.^a).

La 1.^a horizontal de $\begin{cases} \text{presion} \\ \text{traccion} \end{cases}$ es igual á la mitad de la oblicua de $\begin{cases} \text{traccion} \\ \text{presion} \end{cases}$ que le precede. La 2.^a igual á la anterior, más la oblicua de $\begin{cases} \text{presion} \\ \text{traccion} \end{cases}$, que tambien le precede, y así sucesivamente.

La 1.^a horizontal de $\begin{cases} \text{traccion} \\ \text{presion} \end{cases}$ es igual á la 1.^a horizontal de $\begin{cases} \text{presion} \\ \text{traccion} \end{cases}$, más la mitad de la oblicua de $\begin{cases} \text{traccion} \\ \text{presion} \end{cases}$ que le sigue, y así para todas las siguientes.

Las dos series que hemos examinado resúmen todos los casos que pueden ocurrir. Si en el primer caso de A (fig. 10.^a), por ejemplo, concluye la viga por una oblicua de traccion, el esfuerzo de la 1.^a horizontal de presion y de tension se obtendrá como en la serie B (fig. 11.^a); si en ésta concluye la viga por una oblicua de presion, la 1.^a horizontal se determinará como en la serie A.

VIGA COMPUESTA DE UNA DOBLE SERIE DE TRIÁNGULOS.

La doble serie de triángulos no es más que la combinacion de dos sencillas, en la que las partes comunes á los dos sistemas se superponen, sumándose los esfuerzos que aisladamente corresponden á cada una de ellas (fig. 12.^a).

En las barras oblicuas los esfuerzos son los mismos que en las series aisladas.

La 1.^a horizontal de presion, que sólo forma parte de la serie B, tiene por esfuerzo 3,5, que es el que pertenece á la 1.^a de B.

La 2.^a horizontal pertenece á la vez á la 1.^a de A y B; su esfuerzo es $6+3,5=9,5$. La 3.^a es á la vez de la 1.^a de A y de la 2.^a de B; su esfuerzo, $6+8,5=14,5$, y así sucesivamente.

Podemos traducir en fórmulas de fácil y cómodo uso los resultados que hemos observado.

El esfuerzo de una oblicua de traccion cualquiera, la que ocupa el lugar 3.^o, por ejemplo, á partir del centro, está representado por 3. En la que ocupa el lugar 4.^o, por 4; y si llamamos m el lugar que ocupa una oblicua cualquiera, á partir del centro, su esfuerzo será

$$m.k.$$

En las oblicuas de presion, en la 3.^a, por ejemplo, su esfuerzo está representado por 2; en la 4.^a, por 3, y en la m será

$$(m-1)k.$$

En una horizontal de traccion, en la gh , por ejemplo (fig. 13.^a), considerando la serie A, su esfuerzo será igual á la semi-suma de las barras oblicuas situadas entre la extremidad de la viga y RR' ; en la serie B, igual á la semi-suma de todas las obli-

cuas colocadas entre el apoyo y rr' , ó bien, entre dicho apoyo y RR' , *ménos* la oblicua de tension oh .

De modo que el esfuerzo de la gh , considerando ya la serie compuesta, será igual á la semi-suma de todas las oblicuas comprendidas entre el extremo de la viga y RR' , *ménos* el de la oblicua de tension que concurre á la extremidad de la barra considerada más próxima al centro.

Ahora bien; llamemos n el número de las oblicuas de tension contenidas en media viga; la suma de sus esfuerzos será k , multiplicado por la suma de los números naturales de 1 á n , es decir,

$$\frac{1}{2} n(n+1)k.$$

La suma de los esfuerzos de las oblicuas de presion, cuyo número es igualmente n , será k , multiplicado por la suma de los números naturales de 1 á $(n-1)$, puesto que la 1.^a oblicua del centro es 0, sea

$$\frac{1}{2} n(n-1)k.$$

La suma de los esfuerzos de todas las oblicuas de presion y tension

$$n^2 k.$$

Si una horizontal de traccion ocupa el lugar m , á partir del centro, el esfuerzo de la oblicua de tension que concurre á su extremidad más próxima al centro (rh), será $m.k$; la suma de los esfuerzos de las oblicuas de traccion desde la anterior inclusive hasta el centro, esfuerzos que no influyen en el de la horizontal considerada, será

$$\frac{1}{2} m(m+1)k.$$

El esfuerzo de la oblicua de presion que concurre en el mismo punto (h) será $(m-2)k$, y la suma de los esfuerzos de las oblicuas de presion que no influyen en la horizontal considerada,

$$\frac{1}{2} (m-2)(m-1)k.$$

La suma de los esfuerzos de las oblicuas de presion y traccion que no influyen en la misma

$$(m^2 + m + 1)k.$$

Y por lo tanto, el esfuerzo de la horizontal de traccion considerada

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} [n^2 k - k(m^2 + m + 1)] \\ &= \frac{1}{2} [n^2 + m - (m^2 + 1)] k. \end{aligned}$$

Siendo m el lugar que ocupa una horizontal de

presion cualquiera, deduciremos, como anteriormente, que la suma de los esfuerzos de las oblicuas de traccion que no influyen en la horizontal es

$$\frac{1}{2} m(m-1)k.$$

La suma de los esfuerzos de las oblicuas de presion análogas

$$\frac{1}{2} m(m-1)k.$$

La suma de todas ellas, de traccion y presion,

$$(m^2 - m)k.$$

Y el esfuerzo de la horizontal de presion considerada

$$\frac{1}{2} (n^2 + m - m^2)k.$$

Si el peso estuviera en la parte superior, los esfuerzos absolutos serian los mismos, pero de signos invertidos; de modo que, en resumen:

Primer caso.—El peso distribuido en la parte inferior:

$$c. \dots = (m-1)k$$

$$t. \dots = m.k.$$

$$C. \dots = \frac{1}{2} (n^2 + m - m^2)k.$$

$$T. \dots = \frac{1}{2} [n^2 + m - (m^2 + 1)]k.$$

Segundo caso.—El peso distribuido en la parte superior:

$$c. \dots = m.k.$$

$$t. \dots = (m-1)k.$$

$$C. \dots = \frac{1}{2} [n^2 + m - (m^2 + 1)]k.$$

$$T. \dots = \frac{1}{2} (n^2 + m - m^2)k.$$

n , número de las barras oblicuas de traccion ó presion contenidas en media viga.

m , lugar que ocupa una barra cualquiera, oblicua ú horizontal, á contar del centro.

Hagamos una aplicacion de estas fórmulas (figura 14.^a).

En las barras oblicuas los esfuerzos siguen la serie de los números naturales, empezando por 0 la de { presion—primer caso } y por 1 la de { traccion—segundo caso }, y por 1 la de { traccion } á contar del centro.

A partir del apoyo, la 1.^a horizontal de { presion } es igual á la mitad de la oblicua de { traccion } que { presion } que

le precede. La 2.^a horizontal, igual á la anterior, más la oblicua de $\left\{ \begin{array}{l} \text{presion} \\ \text{traccion} \end{array} \right.$ que le precede; la 3.^a, igual á la anterior, etc.

La 1.^a horizontal de $\left\{ \begin{array}{l} \text{traccion} \\ \text{presion} \end{array} \right.$, igual á la mitad de la 1.^a oblicua de $\left\{ \begin{array}{l} \text{presion} \\ \text{traccion} \end{array} \right.$. La 2.^a horizontal, igual á la anterior, más la oblicua de $\left\{ \begin{array}{l} \text{traccion} \\ \text{presion} \end{array} \right.$ que le sigue, y así sucesivamente.

A. IBARRETA.

DESARROLLO

DE LOS CAMINOS DE HIERRO DE LOS ESTADOS-UNIDOS DESDE 1830 HASTA 1879, Y RESULTADOS GENERALES DE SU EXPLOTACION EN EL AÑO 1878.

Es sabido que el desarrollo de las vías de comunicacion está íntimamente ligado con el estado de poblacion de la localidad en que han de establecerse, y con la mayor ó menor facilidad que la misma encuentre para el establecimiento de relaciones comerciales con otros países; de aquí se deduce que las vías de comunicacion han de sufrir variaciones en su desarrollo, cuando por un motivo cualquiera se varien algunas de las dos circunstancias mencionadas, y hasta casi puede decirse que la estadística de las mismas vías es una expresion gráfica de las vicisitudes porque ha pasado la localidad cuyos intereses sirven; esto que acabamos de indicar lo vemos confirmado al estudiar el desarrollo de los caminos de hierro de los Estados-Unidos.

Desde 1830 á 1878 han pasado las vías férreas de los Estados-Unidos por tres periodos, cuyos principales caracteres son los que á continuacion se expresan:

Primer periodo desde 1830 á 1845.—Durante este tiempo el tráfico de más importancia de los Estados-Unidos era con Europa, y los caminos de hierro se ejecutaron en general como complemento de las vías de navegacion, y por trozos aislados, bajo la proteccion de los diversos Estados de la Union americana.

El sistema de construccion empleado en este periodo se reducía á formar los carriles con flejes de hierro colocados sobre largueros de madera, dando por resultado este sistema tan imperfecto que sólo pudieran circular á pequeña velocidad máquinas y trenes ligeros.

La primera linea explotada con locomotoras fué

en la Carolina del Sur, desde Charleston, puerto del Atlántico á Augusta, principiada en 1830, abierta á la explotacion en 1833 y prolongada despues en 1839 hasta Atlanta, capital de la Georgia.

Desde 1830 á 1835 se construyeron muchos trozos aislados de caminos de hierro en los Estados de Pennsylvania, de New-Jersey, de New-York y de Massachusetts; llegando en 1845 á estar dotados los Estados de la vertiente del Atlántico de caminos de hierro que formaron, por la reunion de sus diversos trozos, una red casi continua de Norte á Sur desde Boston hasta Savannah.

El cuadro puesto á continuacion hace conocer el desarrollo de ferro-carriles explotados, y el incremento anual que han experimentado los mismos al finalizar cada uno de los años del primer periodo, que se termina en 1845, á la vez que una crisis comercial que por largo tiempo habia detenido el desarrollo de las vías férreas.

AÑOS.	LONGITUD EN KILÓMETROS.	
	Total.	Aumento.
1830	37	
1831	153	116
1832	368	215
1833	611	243
1834	1.019	408
1835	1.767	748
1836	2.049	282
1837	2.409	360
1838	3.078	669
1839	3.704	626
1840	4.534	830
1841	5.688	1.154
1842	6.479	791
1843	6.734	255
1844	7.043	309
1845	7.454	411

Segundo periodo desde 1845 á 1865.—El movimiento de desarrollo de los caminos de hierro en esta época sigue la marcha de la colonizacion en la parte central de los Estados-Unidos, estableciéndose una red paralela en la construida en el periodo anterior, dotando de vías férreas los importantes valles del Missisipi y del Missouri, y los Estados del Sur, que enlazadas con las construidas anteriormente, facilitan de un modo notable las relaciones comerciales entre los Estados del Este y del Oeste, quedando ademas las grandes poblaciones en comunicacion con el Atlántico y el golfo de Méjico.

En este periodo el sistema de construccion sufrió una modificacion importante, planteada con el objeto de aumentar la velocidad de los trenes y trasportar mayores pesos con la misma fuerza, abandonan-