

BARRAS COMPRIMIDAS.

| | BD | DF | FH | HK | KM | MO | OQ | QS | SV | VW | WY | YA |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| W ¹ | + 12 | + 11 | + 10 | + 9 | + 8 | + 7 | + 6 | + 5 | + 4 | + 3 | + 2 | + 1 |
| W ² | + 23 | + 33 | + 30 | + 27 | + 24 | + 21 | + 18 | + 15 | + 12 | + 9 | + 6 | + 3 |
| W ³ | + 21 | + 42 | + 50 | + 45 | + 40 | + 35 | + 30 | + 25 | + 20 | + 15 | + 10 | + 5 |
| W ⁴ | + 19 | + 38 | + 57 | + 63 | + 56 | + 49 | + 42 | + 35 | + 28 | + 21 | + 14 | + 7 |
| W ⁵ | + 17 | + 34 | + 51 | + 68 | + 72 | + 63 | + 54 | + 45 | + 36 | + 27 | + 18 | + 9 |
| W ⁶ | + 15 | + 30 | + 45 | + 60 | + 75 | + 77 | + 66 | + 55 | + 44 | + 33 | + 22 | + 11 |
| W ⁷ | + 13 | + 26 | + 39 | + 52 | + 65 | + 78 | + 78 | + 65 | + 52 | + 39 | + 26 | + 13 |
| W ⁸ | + 11 | + 22 | + 33 | + 44 | + 55 | + 66 | + 77 | + 75 | + 60 | + 45 | + 30 | + 15 |
| W ⁹ | + 9 | + 18 | + 27 | + 36 | + 45 | + 54 | + 63 | + 72 | + 68 | + 51 | + 34 | + 17 |
| W ¹⁰ | + 7 | + 14 | + 21 | + 28 | + 35 | + 42 | + 49 | + 56 | + 63 | + 57 | + 38 | + 19 |
| W ¹¹ | + 5 | + 10 | + 15 | + 20 | + 25 | + 30 | + 35 | + 40 | + 45 | + 50 | + 42 | + 21 |
| W ¹² | + 3 | + 6 | + 9 | + 12 | + 15 | + 18 | + 21 | + 24 | + 27 | + 30 | + 33 | + 23 |
| W ¹³ | + 1 | + 2 | + 3 | + 4 | + 5 | + 6 | + 7 | + 8 | + 9 | + 10 | + 11 | + 12 |
| | +156 | +286 | +390 | +468 | +520 | +546 | +546 | +520 | +468 | +390 | +286 | +156 |

BARRAS ESTENDIDAS.

| | AC | CE | EG | GI | IL | LN | NP | PR | RT | TV | VX | XZ | ZB |
|-----------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| W ¹ | -12 ¹ / ₂ | - 11 ¹ / ₂ | - 10 ¹ / ₂ | - 9 ¹ / ₂ | - 8 ¹ / ₂ | - 7 ¹ / ₂ | - 6 ¹ / ₂ | - 5 ¹ / ₂ | - 4 ¹ / ₂ | - 3 ¹ / ₂ | - 2 ¹ / ₂ | - 1 ¹ / ₂ | - 1 ¹ / ₂ |
| W ² | -11 ¹ / ₂ | - 34 ¹ / ₂ | - 31 ¹ / ₂ | - 28 ¹ / ₂ | - 25 ¹ / ₂ | - 22 ¹ / ₂ | - 19 ¹ / ₂ | - 16 ¹ / ₂ | - 13 ¹ / ₂ | - 10 ¹ / ₂ | - 7 ¹ / ₂ | - 4 ¹ / ₂ | - 1 ¹ / ₂ |
| W ³ | -10 ¹ / ₂ | - 31 ¹ / ₂ | - 52 ¹ / ₂ | - 47 ¹ / ₂ | - 42 ¹ / ₂ | - 37 ¹ / ₂ | - 32 ¹ / ₂ | - 27 ¹ / ₂ | - 22 ¹ / ₂ | - 17 ¹ / ₂ | - 12 ¹ / ₂ | - 7 ¹ / ₂ | - 2 ¹ / ₂ |
| W ⁴ | - 9 ¹ / ₂ | - 28 ¹ / ₂ | - 47 ¹ / ₂ | - 66 ¹ / ₂ | - 59 ¹ / ₂ | - 52 ¹ / ₂ | - 43 ¹ / ₂ | - 38 ¹ / ₂ | - 31 ¹ / ₂ | - 24 ¹ / ₂ | - 17 ¹ / ₂ | - 10 ¹ / ₂ | - 3 ¹ / ₂ |
| W ⁵ | - 8 ¹ / ₂ | - 25 ¹ / ₂ | - 42 ¹ / ₂ | - 59 ¹ / ₂ | - 76 ¹ / ₂ | - 67 ¹ / ₂ | - 58 ¹ / ₂ | - 49 ¹ / ₂ | - 40 ¹ / ₂ | - 31 ¹ / ₂ | - 22 ¹ / ₂ | - 13 ¹ / ₂ | - 4 ¹ / ₂ |
| W ⁶ | - 7 ¹ / ₂ | - 22 ¹ / ₂ | - 37 ¹ / ₂ | - 52 ¹ / ₂ | - 67 ¹ / ₂ | - 82 ¹ / ₂ | - 71 ¹ / ₂ | - 60 ¹ / ₂ | - 49 ¹ / ₂ | - 38 ¹ / ₂ | - 27 ¹ / ₂ | - 16 ¹ / ₂ | - 5 ¹ / ₂ |
| W ⁷ | - 6 ¹ / ₂ | - 19 ¹ / ₂ | - 32 ¹ / ₂ | - 45 ¹ / ₂ | - 58 ¹ / ₂ | - 71 ¹ / ₂ | - 84 ¹ / ₂ | - 71 ¹ / ₂ | - 58 ¹ / ₂ | - 45 ¹ / ₂ | - 32 ¹ / ₂ | - 19 ¹ / ₂ | - 6 ¹ / ₂ |
| W ⁸ | - 5 ¹ / ₂ | - 16 ¹ / ₂ | - 27 ¹ / ₂ | - 38 ¹ / ₂ | - 49 ¹ / ₂ | - 60 ¹ / ₂ | - 71 ¹ / ₂ | - 82 ¹ / ₂ | - 67 ¹ / ₂ | - 52 ¹ / ₂ | - 37 ¹ / ₂ | - 22 ¹ / ₂ | - 7 ¹ / ₂ |
| W ⁹ | - 4 ¹ / ₂ | - 13 ¹ / ₂ | - 22 ¹ / ₂ | - 31 ¹ / ₂ | - 40 ¹ / ₂ | - 49 ¹ / ₂ | - 58 ¹ / ₂ | - 67 ¹ / ₂ | - 76 ¹ / ₂ | - 84 ¹ / ₂ | - 67 ¹ / ₂ | - 52 ¹ / ₂ | - 37 ¹ / ₂ |
| W ¹⁰ | - 3 ¹ / ₂ | - 10 ¹ / ₂ | - 17 ¹ / ₂ | - 24 ¹ / ₂ | - 31 ¹ / ₂ | - 38 ¹ / ₂ | - 45 ¹ / ₂ | - 52 ¹ / ₂ | - 59 ¹ / ₂ | - 66 ¹ / ₂ | - 73 ¹ / ₂ | - 80 ¹ / ₂ | - 8 ¹ / ₂ |
| W ¹¹ | - 2 ¹ / ₂ | - 7 ¹ / ₂ | - 12 ¹ / ₂ | - 17 ¹ / ₂ | - 22 ¹ / ₂ | - 27 ¹ / ₂ | - 32 ¹ / ₂ | - 37 ¹ / ₂ | - 42 ¹ / ₂ | - 47 ¹ / ₂ | - 52 ¹ / ₂ | - 57 ¹ / ₂ | - 9 ¹ / ₂ |
| W ¹² | - 1 ¹ / ₂ | - 4 ¹ / ₂ | - 7 ¹ / ₂ | - 10 ¹ / ₂ | - 13 ¹ / ₂ | - 16 ¹ / ₂ | - 19 ¹ / ₂ | - 22 ¹ / ₂ | - 25 ¹ / ₂ | - 28 ¹ / ₂ | - 31 ¹ / ₂ | - 34 ¹ / ₂ | - 11 ¹ / ₂ |
| W ¹³ | - 1 ¹ / ₂ | - 1 ¹ / ₂ | - 2 ¹ / ₂ | - 3 ¹ / ₂ | - 4 ¹ / ₂ | - 5 ¹ / ₂ | - 6 ¹ / ₂ | - 7 ¹ / ₂ | - 8 ¹ / ₂ | - 9 ¹ / ₂ | - 10 ¹ / ₂ | - 11 ¹ / ₂ | - 12 ¹ / ₂ |
| | -84 ¹ / ₂ | 227 ¹ / ₂ | -344 ¹ / ₂ | -435 ¹ / ₂ | -500 ¹ / ₂ | -539 ¹ / ₂ | -552 ¹ / ₂ | -539 ¹ / ₂ | -500 ¹ / ₂ | -435 ¹ / ₂ | -344 ¹ / ₂ | -227 ¹ / ₂ | -84 ¹ / ₂ |

VIGAS DE CELOSÍA.

Uno de los sistemas de construcción de vigas compuestas, consiste en unir dos largueros ó fajas por medio de un enrejado ó celosía de barras de hierro forjado, robladas en todas sus intersecciones. Este sistema se conoce ordinariamente por el nombre de *vigas de celosía*.

Muy dividida ha estado la opinion al juzgar las ventajas de este sistema, y muchos ingenieros eminentes, tanto en Inglaterra como en el continente europeo se han espresado de una manera desfavorable respecto de su adopcion. Pero como se han ejecutado numerosas construcciones de importancia, y hay algunas en curso de ejecucion fundadas en este principio, seria prematuro aventurar una opinion

antes de estudiar cuidadosamente el asunto.

Como estas vigas son una imitacion de los puentes de madera de celosia, no consideramos fuera del lugar el hacer aquí de paso algunas observaciones acerca de ellas.

Los puentes de este sistema conocidos tambien por el de «puentes de tablones,» fueron usados primeramente en América, donde los inventó un Ingeniero llamado Town. A consecuencia de su gran sencillez por estar formados en todas sus partes de tablones toscamente labrados, unidos por cabillas, fueron bien pronto de un uso general, y parecen muy apropiados á las localidades en que la madera es barata, escasa la mano de obra inteligente, y donde la rapidez de la construcción sea la condicion de suprema importancia.

El puente de Richmond en Virginia, proyectado por Mr. Robinson fué el ejem-

plo mas notable de puentes de celosia de madera. Consistia en una viga continua de cerca de 2000 pies de longitud dividida en doce tramos de 150 pies cada uno.

El mal éxito de esta construccion fué, sin embargo, un fuerte freno para que se generalizara el sistema.

Se ejecutó el puente en un principio para dos vias de ferro-carril, pero habiéndolo encontrado incapaz para soportar un tren sobre cada via al mismo tiempo, se resolvió sustituir las por una sola colocada en el centro del puente; aun así experimentó quiebras, y despues de haber gastado una suma considerable en varios espedientes auxiliares para fortificarlo, se vió obligada la compañía á tomar la determinacion de levantarlo.

No seria justo deducir de este solo ejemplo que el sistema es malo. Pero observaciones multiplicadas de otras construcciones análogas de diferentes vanos, han contribuido todas igualmente al descrédito del sistema y en el pais donde nació, se han ido gradualmente abandonando los puentes de celosias.

Las obras ejecutadas en Inglaterra por el mismo principio se han limitado á una ó dos tentativas hechas por el Capitan Moorsom en el ferro-carril de Birmingham á Gloucester, y aun que estos puentes eran de pequeño vano fué necesario fortificarlos por medio de tirantes de hierro forjado.

El primer ingeniero que substituyó el hierro á la madera en la construccion de estos puentes fué Sir John Mac-Neile que en 1845 hizo el primer ensayo en el ferro-carril de Dublin á Drogheda no lejos de Dublin. Era la obra un viaducto sobre un desmonte, de unos 40 pies de vano, y tuvo un completo éxito. Animado por el resultado de esta primera tentativa Sir John M'Neile se decidió á estender la aplicacion del sistema; y teniendo que atrave-

sar á la vez la misma línea el canal Reat cuyo paso exigia un vano de 140 con muy pequeña altura, resolvió construir para él un puente de vigas de hierro de celosias.

Las vias fueron colocadas entre tres vigas de 17 pies y 6 pulgadas de altura. Despues de hecha la prueba se reconoció que sufrían una flexion considerable, principalmente á causa de falta de rigidez lateral agravada por la manera desigual con que obraba la carga. Para remediár estos defectos en cuanto fuera posible, se colocaron unos soportes macizos de hierro fundido en forma de rollo á las estremidades de cada viga, y sus centros fueron colgados de cadenas de eslabones planos de hierro que pendian de unas fajas colocadas encima de las estremidades. Pero estos arbitrios, de los cuales el último es un tanto cuestionable, modificaron notablemente la estructura ó clase de la construccion, que no podia considerarse ya como un verdadero puente de celosia.

En estos dos ejemplos fueron las vigas poco mas ó menos una copia, en hierro, del sistema americano de enrejado, pero como el principio sobre que se han establecido las construcciones de hierro, ha sido mucho mejor entendido, se han introducido gradualmente muchas modificaciones importantes. Así que, destinadas las fajas ó cabezas á resistir particularmente los esfuerzos horizontales y el enrejado solo á unir las invariablemente, se dan á sus diferentes piezas las dimensiones adecuadas á resistir únicamente los esfuerzos diagonales.

Uno de los mejores ejemplos de esta clase de puentes, modificado de este modo, es el viaducto de Boyne (*) construido en el ferro-carril de Dublin á Belfast, por los planos de Sir John M'Neile, y cuyos cálculos

(*) Vease la REVISTA tomo 4.º página 70.

y detalles de ejecución fueron confiados á Mr. J. Barton. Se compone de tres tramos: el central que tiene un vano de 264 pies y los otros dos de 158 pies y 8 pulgadas cada uno. Pero como las vigas forman un conjunto continuo, los vanos reales están virtualmente muy reducidos: así que el del centro, según esté distribuida la carga, varía de 170 á 210 pies.

El ferro-carril, compuesto de dos vías, está sostenido por un solo par de vigas de 22 pies y 6 pulgadas de altura. La faja superior y la inferior son de sección variable que disminuye gradualmente desde el centro de cada vano hasta los puntos de inflexión ó de flexión opuesta, y que por el contrario aumenta hácia el centro de los apoyos. Las diagonales que forman la celosía se cruzan en ángulo recto, y son igualmente de sección variable, decreciendo desde los puntos de flexión contra hácia el centro de cada vano, con arreglo á las leyes de que nos ocuparemos despues. Las diagonales que obran como jabalcones están formadas de dos barras distintas unidas también por un enrejado, con lo cual se consigue una extraordinaria rigidez. Las viguetas ó traviesas son también de celosía y las vigas longitudinales están arriostradas por sus fajas superiores con vigas ligeras de la misma clase á fin de contrarrestar toda tendencia á la flexión lateral.

Este puente fué terminado en marzo de 1854, y examinado escrupulosamente por el Inspector del Gobierno, Mayor general

Wynne, bajo cuya dirección se verificó la prueba.

Con una carga de 2 toneladas por pie lineal colocada á lo largo de la plataforma del tramo central, permaneciendo sin cargar los otros dos colaterales, la flexión que se observó fué de $1 \frac{3}{10}$ pulgadas, lo cual puede considerarse como un resultado muy satisfactorio para un puente de un vano tan considerable, especialmente si tomamos en cuenta la ligereza comparativa de su construcción, pues el peso de la obra de hierro del vano central es solo de 580 toneladas ó menos de $1 \frac{1}{2}$ toneladas por pie lineal.

Como las ventajas comparativas de los puentes de *enrejado*, de Warren y *tubulares* han sido últimamente objeto de amplia discusión, no dejará de tener interés bosquejar un paralelo entre tres construcciones de ferro-carriles que se han ejecutado, fundadas en estos diversos principios.

Las longitudes de los vanos de estos puentes difieren poco entre sí, y á falta de experimentos mas concluyentes puede considerarse hasta cierto punto esta comparación como medio de indicar el mérito relativo de los diferentes sistemas.

Estas obras son el viaducto de Boyne, que antes hemos citado, el puente de Newark Dyke construido por Mr. J. Cubitt en el ferro-carril Great Northern, sistema de Warren, y el puente tubular Victoria, proyectado por Mr. R. Stephenson para el gran tronco del ferro-carril del Canadá sobre el río San Lorenzo.

La comparación se establece así.

| | LONGITUD DE LA VIGA. | VANO EFECTIVO. | PESO. | FLECHA. |
|----------------------|-------------------------|-------------------|-------|----------------------------|
| Viaducto del Boyne. | Continua. | 210 | 586 | $1 \frac{3}{10}$ pulgadas. |
| Newark Dyke. . . . | 254 pies. | 240,6 | 584 | 2 id. |
| Puente Victoria. . . | 257 id. | 242 | 550 | $1 \frac{1}{2}$ id. |

Aunque el vano central del viaducto del Boyne es de 264 pies, como ya hemos observado siendo continuas las vigas, la distancia entre los puntos de flexion contraria bajo la carga distribuida de la manera mas desventajosa es solo de 210 pies.

El peso del puente de Newark Dyke comparado con el anterior parecerá considerable si se sabe cuanto talento y habilidad se desplegó en el estudio de los esfuerzos de sus diferentes partes con objeto de economizar todo el hierro supérfluo; pero es menester hacer constar que en su construccion son de hierro fundido todas las piezas que sufren compresion, y que un puente igual ejecutado completamente de hierro forjado seria mucho mas ligero.

De la anterior comparacion parece desprenderse que el viaducto de Boyne aventaja á las otras dos construcciones del sistema Warren y tubular, particularmente bajo el punto de vista de ligereza y rigidez; pero antes de llegar á una conclusion definitiva acerca del respectivo mérito de los diferentes sistemas seria menester estar perfectamente enterado de todas las circunstancias que acompañaron á su construccion, y fijarse no solo en sus primitivos costes sino tambien en su duracion probable y gastos de conservacion: aun entonces apenas seria prudente juzgar un sistema por observaciones hechas en casos aislados.

El principio de todas estas construcciones es evidentemente el mismo; que las fajas ó cabezas resistan siempre los esfuerzos horizontales de una manera análoga, y el único punto sujeto á la controversia es el siguiente: ¿por qué medios pueden unirse estas fajas del modo mas eficaz y económico? ¿por un enrejado ó por una pared continua? Prescindimos del sistema de barras diagonales de Warren, porque cualquiera que sean las ventajas

de este sistema para tramos pequeños, está generalmente admitido que no es á propósito para salvar vanos de una estension considerable.

Desde luego se manifiesta en favor de las celosías, en primer lugar que hay una economía considerable en el metal que exigen, y que la diferencia en el precio del hierro en barras y en planchas planas es digna de apreciarse: en segundo lugar, que exigiendo muchos menos ajustes se suprime casi por completo la mano de obra inteligente.

Las barras de la celosía al salir de los laminadores, pueden ser cortadas cada una con arreglo á un patron, y pasándolas por una máquina de taladrar de accion propia (self-acting) solo queda el trabajo de roblarlas unas á otras y á las fajas, cuyo trabajo es respectivamente de poca entidad.

Los partidarios del otro sistema sostienen que estas ventajas solo pueden obtenerse á costa de la estabilidad de la construccion, y que con igual cantidad de hierro, una pared continua no solo forma una union mas íntima entre las fajas, sino que tambien sirve para soportar una parte de los esfuerzos horizontales. Ademas alegan que en los puentes de celosía las fuerzas transversales se reconcentran en las barras y siendo así, hay que suponer que siguen la direccion de estas; pero sea de esto lo que quiera, es indudable que en una pared continua, estos esfuerzos se cruzan entre sí en una direccion cualquiera, y por consiguiente como muchos se cruzan en ángulo recto, el metal tiene en estos puntos resistencia bastante para sufrir un doble esfuerzo sin estar sobrecargado.

Desgraciadamente nuestros conocimientos acerca de la direccion y distribucion de los esfuerzos de una placa espuesta á la flexion son todavía muy imperfectos, y como no se han hecho experimentos directos

en escala suficientemente estensa para ser tenidos por fidedignos, seria indiscreto aventurar una opinion sobre la materia, especialmente si se tiene en cuenta que una considerable parte de los ingenieros son opuestos al empleo de las vigas de celosía, mientras que por el contrario otros muchos ingenieros eminentes que han estudiado á fondo estas construcciones y cuyas opiniones son muy dignas de respeto, apoyan el sistema con entusiasmo.

Aunque el número de puentes de celosía es pequeño en este país, en varias partes de Europa han sido, sin embargo, adoptados mas estensamente; particularmente en Prusia y en Alemania, donde varias obras de importancia están ahora en curso de ejecucion, y una sobre el Dirchau, cerca de Berlin, es un puente que escede en magnitud al de Britania y que se compone de seis tramos de 400 piés cada uno. No obstante, aun aquí tiene el sistema sus opositores, porque en Starstedt, en Hannover, dos puentes de igual vano que fueron construidos para el mismo ferro-carril sobre diferentes rios, el uno de celosía y el otro de planchas macizas, han dado por resultado de su comparacion que hay una gran diferencia de rigidez á favor del último, á pesar de que la altura de las vigas del primero está con la de las del segundo en la relacion de cinco á tres, y sus pesos en la de 16 á 15. Esto indujo á ejecutar los siguientes experimentos. Se construyeron unas cuantas vigas pequeñas de 11 piés de largo por 1 pié y 1 pulgada de altura, con las fajas ó cabezas inferiores de 1 $\frac{1}{2}$ pulgada de ancho por $\frac{1}{4}$ de pulgada de grueso, y con sus cabezas inferiores de 1 $\frac{1}{8}$ pulgada de ancho, y del mismo espesor que las superiores. Estas vigas fueron iguales en todo menos en la manera de unir las dos fajas de cada una, pues parte de ella lo fué por un enrejado de barras de hierro forjado de $\frac{3}{4}$ de

pulgada de ancho por $\frac{1}{12}$ de pulgada de grueso, separadas 1 $\frac{1}{3}$ pulgada entre sí, y otra parte lo fué por una pared continua de planchas de hierro formadas con igual cantidad de este metal que el enrejado. Para probar estas vigas se colocaron dos, una al lado de otra, haciendo descansar la carga sobre las dos por el intermedio de una plataforma. Los resultados de estos experimentos fueron que la flexion eventual y permanente de las vigas de celosía apareció en todos los casos doble de la de las vigas de pared maciza, y que las primeras dieron lugar en mayor número de casos á ocasionar la rotura con la mitad de la carga que la producía en las últimas. Se observó tambien que mientras las vigas de pared maciza fallaban casi siempre por la rotura ó torsion de las cabezas, en las otras vigas se torcian ó se rompian antes que estas las barras del enrejado, demostrando así evidentemente la falta de resistencia de estas partes. Apareciendo el resultado de estos experimentos mas concluyente de lo que podia esperarse, inmediatamente se verificó una súbita reaccion en Alemania contra la construccion de los puentes de celosía. Pero debemos observar que es poca la importancia que se debe dar á tales experimentos, porque en primer lugar no aparece que la cantidad ó peso del metal esté convenientemente distribuída, y en segundo lugar en vigas de tan cortas dimensiones no están verdaderamente puestas á prueba las ventajas del sistema de celosías.

Los cálculos necesarios para determinar los esfuerzos sobre las diferentes partes de una viga de celosía son análogos, bajo todos conceptos, á los que hemos presentado al tratar de los puentes del sistema de Warren.

Si consideramos primeramente las fajas horizontales, vemos por la aplicacion de los mas conocidos principios de estática, que

los esfuerzos decrecen gradualmente desde el centro hacia los extremos, segun las leyes que varían con la naturaleza y distribución de la carga. Así, con un peso inmóvil colocado en el centro, los esfuerzos sobre las diferentes partes de las fajas decrecen en proporción á su distancia del centro de la viga, mientras que con una carga igualmente repartida varían los mismos como las ordenadas de una parábola.

Los esfuerzos diagonales sobre las barras del enrejado están sujetos á variaciones cuya naturaleza difiere considerablemente de los que acabamos de describir. Así, refiriéndonos á la pág. 85 (Patente de Warren y Kennard), veremos que en el caso de una carga colocada en un solo punto, los esfuerzos sobre las diagonales se deducen de la siguiente ecuación:

$$\Sigma = \frac{Wa}{2d}$$

en la que si consideramos como constante la altura de la viga y la longitud de las diagonales, el esfuerzo Σ es uniforme en todos los puntos, cualquiera que sea la posición que ocupe el peso. Pero en el caso de una carga igualmente distribuida, la fórmula anterior se convierte en

$$\Sigma = \frac{Wa}{dl} \times y$$

en la que Σ varía como y , y por consiguiente los esfuerzos decrecen desde las estremidades, en progresión aritmética, hacia el centro de la viga, donde siendo y igual á cero desaparecen á la vez.

Considerando los esfuerzos que se desarrollan en las fajas horizontales, será escusado manifestar los efectos estáticos producidos por una carga uniforme repartida cuando está en movimiento, y también que el máximo esfuerzo sobre cada una de sus partes, tendrá lugar cuando toda la plata-

forma esté cargada. Pero este no es el caso de los esfuerzos diagonales, por que si un tren de peso uniforme é igual en longitud á las vigas pasa por el puente, el mayor esfuerzo sobre las diagonales se actuará siempre sobre las que estén inmediatamente delante ó detrás de la carga, y como esta cambia de posición, la intensidad de aquel variará proporcionalmente á las ordenadas de dos curvas parabólicas CFB y AFD, presentadas en la fig. 2.^o, lám. 91 (*) (patente de Warren y Kennard), en la que CA y DB representan los esfuerzos debidos á la máxima carga distribuida en las estremidades, y la distancia vertical FO el esfuerzo en el centro, que es en este caso el mayor posible é igual á la cuarta parte del de las estremidades. Si la longitud de la carga móvil es menor que la del puente, el efecto consiguiente será librar á las diagonales extremas de una parte del esfuerzo que se ha calculado que tenían que resistir, y por tanto los resultados deducidos de las suposiciones anteriores comprenden ó dejan á cubierto todos los casos.

(Se continuará.)

PROYECTOS

DE OBRAS PÚBLICAS ESTUDIADOS.

(Continuación.)

Carretera de Las Escaulas á Pont de Molins en la provincia de Gerona. Esta carretera abraza una extensión de 5.145 varas lineales (4501 metros) y segun el proyecto de la misma, las obras de fábrica que comprende consisten en 5 badenes, 5 tajeas, 2 alcantarillas y un ponton, no llegando á 5 por 100 de pendiente, ninguna de las rasantes de que se compone el trazado propuesto. El importe total de la carretera asciende á 241.599 rs., por lo que siendo como queda dicho de 4.501 metros su extensión lineal, sale á 56,17 rs. el coste de cada metro de carretera concluida.

(*) En esta figura, las parábolas CB, DA, deben terminar en los puntos G, H, en lugar de C, D.