

$$q' = + 2 \text{ sen. } \Phi - \frac{1}{2} \text{ sen. } \Phi \cos. \Phi - \frac{3}{2} \Phi$$

$$- \frac{1}{2} \alpha (\Phi + \text{sen. } \Phi \cos. \Phi)$$

$$n = \frac{\Phi}{\rho}$$

$$n' = \frac{\text{sen. } \Phi - \Phi}{\rho}$$

Mientras el espesor del arco no sea muy grande, se pueden despreciar todos los términos en que entra  $\alpha$ .

7. Conocida la fuerza  $Q$  y su punto de aplicación  $\alpha$ , se puede encontrar con mucha facilidad la presión en una junta y el punto en que se halla realmente aplicada. Para esto basta hacer la composición de la fuerza  $Q$  con el peso total que carga sobre la junta de que se trata. Por este método se pueden trazar las curvas de presiones con que representan el estado de equilibrio de las bóvedas Moseley (\*) y Mery (\*\*), con la diferencia de que estos autores tienen que escoger arbitrariamente la posición de dos puntos de esta curva, al paso que queda rigurosamente trazada por los cálculos que se han espuesto en esta nota, aunque sean complicados. Reduciendo á tablas los valores de  $Q$  y  $N$  se podría introducir este método en la práctica con tanta facilidad como los ordinarios. Tampoco habria gran inconveniente en aplicarlo á las bóvedas esféricas y en rincon de claustro.

EDUARDO SAAVEDRA.

### EMPLEO DE PLANCHAS DE HIERRO ONDULADAS

EN LA CONSTRUCCION DE TABLEROS DE  
LOS PUENTES.

El autor de la publicación francesa *Nouvelles annales de la construction* manifestó en 1856 la fabricación de esta clase de planchas sustituyendo ventajosamente la madera que se emplea en los puentes de hierro. Ensayada esta nueva construcción en puentes de 15 me-

tros de claro, creo atendiendo á sus ventajas y en interés del servicio de las obras públicas, aunque esto no ha podido pasar desapercibido entre nuestros constructores, publicar estas notas adquiridas de los Anales del distinguido Cuerpo de Conductores de Puentes y calzadas de Francia.

«Empecemos indicando la forma y dimensiones de los tipos que se fabrican en los talleres de Montataire divididos en dos clases, una con grandes ondas rectangulares, otra de ondas pequeñas circulares segun se ve en las figuras 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup> Lam.<sup>a</sup> 125.

El perfil del tipo grande tiene de longitud 0<sup>m</sup>,854 y desarrollada la plancha 1<sup>m</sup>,12 ó sea 1<sup>m</sup> por 0,76 con las curvas, y un peso cada metro superficial sin desarrollar de 10<sup>k</sup>,50 con un milímetro de espesor; siendo la máxima longitud de la plancha de 1<sup>m</sup>,70. En el tipo pequeño forman las ondulaciones arcos de círculo descritos con un radio de 0,048 y su perfil de 0,74 desarrollado, se estiende hasta 0,81. El metro superficial pesa 8<sup>k</sup>,80 con un milímetro de espesor, y la longitud máxima de cada plancha es de 2 metros.

El grueso de las planchas depende del espacio que media entre cada viga armada á las cuales están sujetas y de la duración que se les quiera asignar, previniendo la oxidación con las sustancias bituminosas que se conocen y cuidando que el espesor sea tal que al unirse las planchas con pasadores de 0,007 de diámetro no se produzcan roturas ni aberturas en el sentido de la fibra. El autor del proyecto fija el espesor para cada tipo, asignando al de las ondas rectangulares desde 0<sup>m</sup>,0015 á 0<sup>m</sup>,005 y á las de arco de círculo de 0<sup>m</sup>,00125 á 0<sup>m</sup>,002, calculando de la manera siguiente la carga que puede sobrellevar cada plancha ya ondulada sin aplastarse.

Tipo grande con una extensión de 1<sup>m</sup>,50 y 0<sup>m</sup>,005 de espesor.

### Sección reducida de una semi-onda tipo rectangular.

Inspeccionando la figura 3.<sup>a</sup> tendremos:

(\*) *On the theory of the arch*. London 1839.

(\*\*) *Ann. des p. et ch.* 1840.

$$I = \frac{0,054 + 0,085 - 0,048 \times 0,079 - 0,005 \times 0,055}{12} = 0,000007498$$

$$\text{de donde } \frac{I}{N} = \frac{0,000007498}{0,0425} = 0,00001764$$

y para una onda entera 0,00003528.

Puesta en el punto medio de la longitud la carga de ruptura será para 1<sup>m</sup> de estension y una onda de.....

$$40,000,000 \times 0,00003528 = \frac{PL}{4}$$

ó sea P=5645 kilogramos.

La carga uniformemente repartida que puede soportar 1<sup>m</sup> de longitud sean 5 ondas con una estension de 1<sup>m</sup>,50 y una presion de 15 kilogramos por milimetro cuadrado será de 5.645 kilogramos.

#### Seccion reducida de una semi-onda tipo circular (fig. 4.ª)

$$I = \frac{0,007 \times 0,05 - 0,04 \times 0,02}{12} = 0,00000013$$

$$\text{dedonde } \frac{I}{N} = \frac{0,000000013}{0,015} = 0,000000866$$

siendo para una onda entera 0,000001732.

La carga que uniformemente repartida puede sobrellevar 1<sup>m</sup> de longitud, sean 7 ondas y ½ en una estension de 1<sup>m</sup>, seria calculando 15 kilogramos por milimetro cuadrado.

$$15,000,000 \times 0,000013 = \frac{PL^2}{8}, P=1560 \text{ kilogramos}$$

de carga por metro, cuya resistencia escede a los esfuerzos ordinarios para esta clase de obras. Sin embargo, á continuacion pondremos las esperiencias hechas con estos tipos.

#### Pontones de 3,5 á 5 metros de luz.

Las vigas armadas en  $\tau$  colocadas de uno á otro estribo con espacios de 0,75 de centro á centro.

Las planchas onduladas tipo pequeño con un espesor de 0,002, dispuestas de manera que el eje de las ondas sea normal á las vigas

en  $\tau$  el fondo de cada onda fije en sus brazos con pasadores de 0,007 de diámetro y cada hoja unida á la siguiente con igual sistema en espacios de 10 á 15 centimetros.

#### Puentes de grandes luces.

En esta clase de obras compuestas de dos vigas laterales y las demas en sentido trasversal, las planchas se han colocado de manera que el eje de las ondas fuera normal al eje de las vigas trasversales, empleando el tipo mayor por estar aquellas distantes una á otra 1<sup>m</sup> á 1,55. Para fijar las planchas se han usado 2 pasadores en cada onda enclavados en la parte superior de la viga y enlazadas igualmente á fin de que el tablero forme una sola pieza; montando cada plancha 12 á 15 centimetros una sobre otra para unir las con los pasadores en sentido longitudinal y trasversal para mayor solidez.

Los puentes cuya abertura no pasan de 7 metros y el espacio entre las vigas es de 1<sup>m</sup> el espesor de las planchas rectangulares es de 0,002 y en aquellos que las vigas trasversales se separan 1<sup>m</sup>,55 se les da el espesor á la plancha de 0,003.

Colocadas las planchas se rellenan de una pasta hecha con la siguiente composicion.

|                                         |       |
|-----------------------------------------|-------|
| Escorias de los hornos de cal. . . . .  | 0,624 |
| Arena. . . . .                          | 0,512 |
| Grava gruesa. . . . .                   | 0,512 |
| Escorias de los hornos de ladrillo. . . | 0,512 |
| Agua. . . . .                           | 0,040 |
|                                         | <hr/> |
|                                         | 1.600 |

Esta parte se tritura y trabaja 5 ó 6 horas y se aplica en capas apisonadas hasta pasar por encima de las ondas á una altura de 0,06, formando una cubierta sobre la que se estiene el empedrado del camino hasta encontrar la rasante.

El peso permanente del tablero con las planchas de hierro es de 380 kilogramos cada metro superficial y con el tipo grande 542.

Entrando en detalles sobre la conveniencia

de esta clase de puentes podrian ponerse las bases elementales de los precios, deduciendo sus ventajas como lo hace el autor de la memoria francesa á que me remito, pero creo mas aceptable, puesto que sus precios no pueden servirnos de regla, ajustar cada constructor su presupuesto en la localidad en que se debe edificar y comparando, optar por la madera ó por el hierro.

Creo ventajoso este proyecto y merece ensayarse en nuestro pais, mucho mas cuando los constructores franceses aseguran la duracion por 16 á 20 años.

Si el hierro dura duplo número de años que

la madera en un periodo de 16 años,

Y el tablero cuesta. . . 224 rs. el metro,

El de hierro costará. . 417.96

pudiendo decir que la economia que presentan las planchas despues de un periodo de 16 años cubren enteramente los gastos de su primer establecimiento; añadiendo á esto los inconvenientes que presentan las interrupciones forzadas de la circulacion mientras se renueva el tablero de madera que puede calcularse lo menos de 18 dias

La Almunia 28 de Marzo de 1860.

SALVADOR TRAVADO.

## DESCRIPCION

de los aparatos de alumbrado empleados en los

### FAROS.

(Continuacion.)

#### 3.º APARATOS DE LUZ GIRATORIA Ó DE ECLIPSES.

Estos aparatos se hallan compuestos de tres zonas (fig. 2 y 3, lám. 121); la superior é inferior catadióptricas y dispuestas exactamente lo mismo que en los aparatos de luz fija; y la central, ecuatorial ó dióptrica formando un prisma vertical de ocho ó de diez y seis caras, cada una de las cuales es una lente *anular compuesta*, como la que hemos descrito y representada en la figura 15 de la lámina 111.

Esta zona ecuatorial A (lámina 115) se apoya en una armadura de hierro E, que recibe un movimiento de rotacion alrededor del eje vertical que pasa por el foco luminoso, por medio de una máquina como la que hemos descrito para los aparatos del sistema anterior, presentando de este modo á un observador colocado á alguna distancia del aparato, las diferentes caras del prisma: de donde ha re-

cibido el nombre de aparato de *luz giratoria* aun cuando esta permanece fija.

Los rayos que emanan del foco luminoso, al atravesar los trece anillos que forman la cúpula ó zona superior y los seis que forman la zona inferior, saldrán lo mismo que en los aparatos de luz fija, en direcciones horizontales y paralelas en cada una de las secciones verticales, pero divergiendo horizontalmente. Los comprendidos en la parte central producirán destellos cuyos brillos corresponderán á los planos verticales que pasen por el ojo del observador, el foco luminoso y el centro de las lentes anulares ó caras del prisma; la luz que recibe la zona ecuatorial saldrá pues segun prismas horizontales, formando entre si los ángulos  $b a c$  (fig.<sup>as</sup> 2 y 3, lám. 121) que corresponden á las aristas  $m n$  del aparato, de manera que cuando en el giro se presenten al navegante estos espacios angulares, no percibirá mas que la luz fija de las zonas catadióptricas, produciendo lo que se denominan *eclipses*.