

de Julio á Octubre de 1899 fué de 34 por 100 en el coche motor y 66 por 100 en la jardinera remolcada; aumentando de tal manera aquella preferencia que ha llegado á constituir un abuso, viéndose obligada la autoridad, por medio de sus agentes, á presenciar cada salida y disponer que el público se reparta entre los dos coches.

En Ruan la proporción del número total de pasajeros transportados es de 63 por 100 en los coches motores y 37 por 100 en los remolcados; pero estos últimos no hacen servicio durante todo el año.

En Amiens, donde los coches remolcados tampoco hacen servicio continuo, la proporción es de 51 por 100 en el coche motor y 49 por 100 en el remolcado.

En España, excepto dos ó tres meses del año, la comodidad de la jardinera es indudablemente mayor que la del coche motor, y teniendo en cuenta que una agrupación de dos carruajes ocupa menos espacio en la vía pública que un coche tranvía antiguo tirado por varias caballerías, resultaría la aplicación de ese sistema por nuestras empresas tranviarias de evidente utilidad, pues no solamente reportaría comodidad para el público, sino que rebajaría el número de trenes de las grandes arterias de nuestras principales ciudades.

FERROCARRIL DE MATADI AL STANLEY-POL

ESTADO LIBRE DEL CONGO

(CONTINUACIÓN) (1)

Pasada la cuenca del M'Pozo, las corrientes de agua están más espaciadas, los valles son de pendientes más suaves y las divisorias que los separan menos escarpadas, de suerte que entre las fragosidades del Palaballa y las llanuras, onduladas apenas, de la última sección, se encuentran todos los grados intermedios.

El cuadro siguiente, complemento del plano y el perfil del artículo anterior, nos dispensa de entrar en más detalles acerca del relieve de esta región en la parte recorrida por el ferrocarril.

RIOS	DIVISORIAS	COTAS DE LA VÍA		Diferencias de nivel.	Longitud de la vía en las vertientes — kilómetros.	PENDIENTES MEDIAS	
		en los ríos.	en las divisorias.			Subiendo.	Bajando.
		Metros.	Metros.	Metros.			
Congo (Matadi).....	.....	26	.....	36	8	0,0045	
M'Pozo.....	.....	62	.....	218	8	0,0027	
	Palaballa.....	.....	280	110	6,5	.....	0,0017
Mia.....	.....	170	.....	225	44,5	0,0005	
	.....	.....	395	105	13	.....	0,0008
Lufu.....	.....	290	.....	190	52	0,0036	
	Zolá.....	.....	480	135	15	.....	0,0009
Kwilu.....	.....	345	.....	400	83	0,0046	
	Sona Gongo.....	.....	745	215	30	.....	0,0007
Inkissi.....	.....	530	.....	130	58	0,0022	
	Tampa.....	.....	660	377	67,5	.....	0,0056
Congo (Stanley-Pool).....	.....	293	.....				

El terreno en que se asienta la vía, presenta caracteres muy variables en cuanto á su constitución geológica.

Los 26 primeros kilómetros atraviesan extensas formaciones de roca silicea dura y compacta, alternando con capas de arcilla roja; encuéntrase luego (macizo de Palaballa), bancos calizos de mediana dureza y en lo restante de la línea son muy raros los

afioramientos; sólo aparecen, de trecho en trecho, las areniscas blandas amarillentas y los esquistos de color violáceo ó achocolatado.

Las tierras, en su mayoría arcillosas, ofrecen la cohesión suficiente para el mantenimiento de los taludes, excepción hecha de algunos trozos en que se presentan mezcladas con aglomerados de pudingas y gránulos ferruginosos, y de otros, compuestos de cretas muy deleznales (Sona-Gongo) ó de arenas blancas y grises como los 15 últimos kilómetros que se desarrollan en las planicies próximas al Stanley-Pool.

Como consecuencia de la norma adoptada de ceñirse á las ondulaciones del terreno, la vía va casi constantemente á media ladera y los terraplenes y desmontes alcanzan en general cotas muy poco elevadas. Para los movimientos de tierra de alguna consideración se ha empleado un Decauville de 0^m,40 de anchura con volquetes de palastro de un cuarto de metro cúbico; para los de menos importancia, la vagoneta ordinaria de capacidad media con ruedas de acero fundido, y para los casos restantes la pala, en cuyo manejo se observó desde un principio la superioridad de los obreros indígenas sobre los de nuestras latitudes.

En los desmontes en roca se ha hecho uso de la pólvora ó de la dinamita, según las circunstancias. Cuando la dureza de la piedra era excepcional, como sucedió en algunos bancos de sílice encontrados hacia el kilómetro 225, hubo que echar mano del segundo de los dos explosivos citados, distribuidos en paquetes que se colocaron en puntos convenientes para quebrantar la masa refractaria á los barrenos. Lo más frecuente ha sido, sin embargo, el empleo de la pólvora ordinaria de mina.

En la primera sección de la línea, abierta casi toda ella en roca viva, se ensayó la perforación en grande escala por medio del aire comprimido; la instalación completa constaba de una máquina de vapor con su compresor, y una caldera, locomóviles ambas, para poder circular por la vía; de una tubería de hierro con los empalmes flexibles necesarios, y cuatro perforadoras mecánicas, que podrían trabajar simultáneamente á 500 ó 600 metros de distancia del generador. Pero los frecuentes cambios de lugar que el avance de los trabajos imponía á todos estos artefactos, más la escasa superficie presentada por los frentes de ataque, hicieron abandonar al poco tiempo este procedimiento, que, afortunadamente, no se hizo tampoco necesario en lo restante de la explanación.

Resulta, pues, de todo lo anterior, que las dificultades mayores que ha habido que vencer en el proyecto, en la ejecución, y posteriormente en la sección, están, puede decirse, condensadas en la sección primera, de Matadi á Kenge, lo cual, en medio de todo, ha sido una circunstancia favorable para la construcción y para poder explotar el conjunto de la línea en condiciones mucho más económicas que en el caso de haberse presentado esas dificultades á mayor distancia del punto de partida.

La vía es muy sólida, y está perfectamente unida al terreno. Aunque pertenece al tipo de 0^m,75 de anchura, para lo cual se ha construido el material móvil que por ella circula, la separación entre bordes interiores de carriles es de 0^m,765, con objeto de unificar en lo posible los sobreanchos correspondientes á las curvas que se encuentran en el trazado. Como las traviesas son metálicas, para obtener en cada caso estos sobreanchos, habrían sido necesarios tantos modelos de traviesas como curvas existen de radios diferentes, lo cual, sobre originar confusiones en el asiento de la vía, dado el perfil tan accidentado que presenta, ofrecía además muy poca garantía de solidez. Este exceso de anchura obtenido, dando por todas partes el sobreancho máximo de 0^m,015, ha podido admitirse sin gran inconveniente por no ser muy de temer los movimientos de lazo en las alineaciones rectas y curvas de gran radio, dada la pequeña velocidad de los trenes.

En cuanto á los peraltes adoptados, no parecen excesivos, aun cuando la velocidad máxima supuesta es de 30 kilómetros por hora. Corresponden á la fórmula media $P = \frac{2,65}{R}$ y son los que se indican á continuación:

(1) Véase el núm. 1243.

Radios de las curvas (metros)	50	60	75	100	125	150	175	200	250	300	400	500
Peraltes (milímetros)	51	40	34	26	20	17	14	13	10	8	6	5

El carril es de acero, del tipo Vignole, y 21^k,5 de peso por metro lineal, como los de la *Sociedad nacional belga de los caminos de hierro vecinales*. El largo normal de las barras se fijó en 7 metros, con objeto de que pudieran cargarse en los vagones, cuya longitud útil es de 7^m,20, existiendo además una cierta proporción de carriles cortos de 6^m,885 para las curvas de 50 metros de radio.

Las bridas de junta son también de acero como los carriles. Se usaron al principio planas y en escuadra; pero posteriormente se abandonaron las primeras, porque no ofrecían bastante resistencia al empuje de las juntas en las curvas de radio pequeño. Por eso puede decirse que, salvo en los primeros kilómetros, el segundo tipo de bridas es el único que se usa.

En lo que concierne a la naturaleza del metal, las condiciones impuestas son:

Para los carriles, una resistencia a la tracción de 60 á 70 kilogramos por mm.² y un alzamiento de 10 á 15 por 100.

Para las bridas, 45 kilogramos y un 20 por 100 en las mismas condiciones.

Y para los tornillos de brida (de hierro), una carga de tracción de 40 kilogramos, un alargamiento de 16 por 100 y una resistencia de 35 kilogramos al esfuerzo cortante.

La traviesa definitivamente adoptada (1) es del sistema Ponsard, de acero y de una sola pieza. Tiene 1^m,50 de longitud, pesa

33 kilogramos y ofrece una base de asiento de 0,336 m.² Su unión con el carril se hace por medio de tirafondos atornillados á una placa-tuerca móvil, colocada debajo de la placa de apoyo, que está roblonada á la traviesa y que ofrece en su cara superior la inclinación correspondiente. En el dibujo que damos se indican todos estos detalles. El metal es acero dulce con caracteres análogos á los asignados para las bridas de junta, y está protegido por una capa de alquitrán dado en caliente.

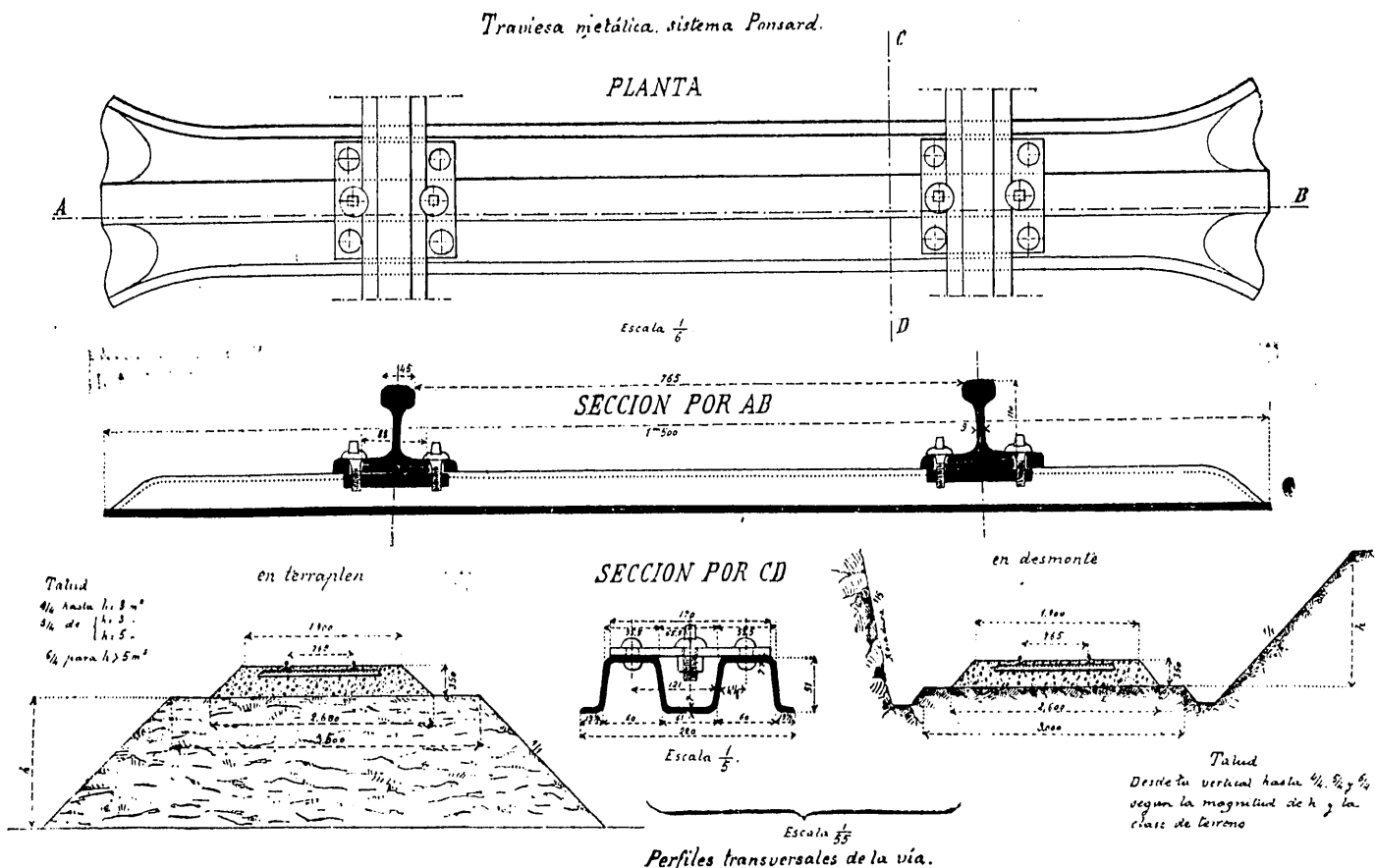
Este sistema de apoyo, experimentado con buen éxito en algunos ferrocarriles de la Argelia, tiene para el que nos ocupa la ventaja capital de la rapidez que proporciona en el asiento de la vía (1). Además, por la forma de la sección y por la extensión de la superficie de apoyo, arraiga muy bien al terreno, resiste ventajosamente á la flexión y á los corrimientos, y es bastante estable en las curvas, siempre que el balasto sea suficiente.

En las alineaciones rectas y en las curvas de radios superiores á 75 metros, cada carril se apoya en 10 traviesas, poniéndose una traviesa más en las curvas de radios más pequeños. Las juntas son al aire y están dispuestas de modo que las extremidades de las bridas vengán á tocar con las placas de asiento de los carriles en las dos traviesas contiguas. Finalmente, el peso total de la vía, con soportes, carriles y accesorios, es de 644 kilogramos por longitud de carril ó sea 92 kilogramos por metro lineal, no incluyendo la sobrecarga de 10 kilogramos, correspondiente al relleno de las acanaladuras de las traviesas.

Para los cambios y cruzamientos se ha adoptado un solo tipo, con un ángulo de cruzamiento de 7°45', agujas 2^m,50 de longitud y un radio de 50 metros para la curva de acuerdo entre la vía principal y la desviada. Sus elementos constitutivos (agujas, contraagujas, puntas de corazón, etc.), están formados con carriles de perfil ordinario, con las modificaciones convenientes, y el conjunto del aparato, montado en la misma fábrica sobre traviesas de la longitud necesaria y de igual sección que las del resto de la línea, se dividió, para su transporte al Congo, en tres par-

(1) Una sola brigada llegó á asentar 1.300 metros diarios en la última sección de la línea.

Fig. A.



NOTA.—La escala de estas figuras no es la que se indica, de $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{5}$ y $\frac{1}{55}$.

tes independientes: la correspondiente á las agujas, el cruzamiento propiamente dicho, y la parte intermedia, única que había que modificar sobre el terreno por encorvamiento simétrico de los carriles, según fuera el sentido de la desviación.

Para el recargo de la vía se ha echado mano de los materiales que se iban encontrando en el trayecto, y así se explica la heterogeneidad del balasto y su variabilidad de condiciones. Desde Matadi hasta Tumba es muy bueno en general, pues lo componen rocas cuarzosas y cantos rodados que sujetan bien la vía, y permiten la permeabilidad; pero en lo restante de la línea difieren bastante su composición y sus propiedades; hay trozos recargados con esquistos y areniscas; otros con nódulos de hierro más ó menos desprovisto de arcilla; y otros, en fin, como sucede en los últimos kilómetros, con una mezcla de arcilla y arena en proporciones diversas, ó con arena pura, sin cantos ni guijarros de ninguna clase. En un principio se temió emplear esta arena como balasto, por considerarla muy ligera para resistir á la acción del viento y al aplastamiento originado por las cargas que habían de circular por la vía; pero los ensayos practicados á este propósito dieron resultados, al parecer, muy satisfactorios. Se vió que aun en la estación seca, la arena conservaba en aquellas regiones relativamente elevadas, en que la vegetación es frondosa y los rocíos matinales muy abundantes, una cierta humedad que la daba cohesión suficiente para que los movimientos del aire no ejercieran sobre ella acción ninguna. Y como en la época de las lluvias se acentuaban todas estas ventajas, no hubo inconveniente en admitir esta clase de balasto, encontrándose actualmente la última sección de la línea en buenas condiciones de explotación.

* *

Pocas cuestiones ponen tan de relieve las particularidades del ferrocarril del Congo como la relativa á las obras de arte.

En primer lugar, dada la configuración del terreno, su número había de ser considerable (1). Además, era preciso complementar en cada caso las observaciones hechas por las brigadas de estudios, con premura de tiempo y con pocos más datos que los suministrados por las gentes del país, acerca de la naturaleza del subsuelo, altura de las crecidas y demás circunstancias particulares de los ríos y barrancos que había que salvar. Y como al mismo tiempo convenía no establecer por mucho tiempo soluciones de continuidad en la explanación, única vía de transporte con que se contaba, hubo que acudir, en los ríos importantes, á obras provisionales que dejaran paso á la vía y á la vez sirvieran de medios auxiliares para las obras definitivas, y en los demás casos á procedimientos expeditos que, asegurando un desagüe suficiente, permitieran avanzar con rapidez y suplieran la falta de aptitud de los indígenas para cierta clase de trabajos.

En un principio se pensó construir las tajeas, alcantarillas y pontones con arreglo á los modelos generalmente adoptados en Europa, pero dos ó tres ensayos bastaron para que se renunciase en absoluto á este procedimiento. Los obreros negros se daban tan mala maña para la ejecución de las obras abovedadas, que sobre resultar muy caras (80 francos el m.³ de fábrica en estas condiciones) y tener durante un tiempo excesivo paralizadas las obras de avance de la explanación, no ofrecían tampoco suficiente garantía de seguridad. En estas circunstancias se decidió adoptar drenes ó tubos de desagüe, constituyendo esta decisión uno de los principales factores de la rapidez de ejecución que logró obtenerse en los años sucesivos.

Los primeros tubos, enviados de Europa con este objeto, eran de hormigón comprimido, sistema Renette, divididos en trozos de pequeña longitud, á pesar de lo cual y de ser de un diámetro relativamente reducido, su peso resultaba considerable para transportarlos al pie de obra, y la naturaleza del material contribuía á disminuir en crecida proporción el número de piezas

aprovechables. La dotación de tubos embarcada en Amberes llegaba bastante mermada á Matadi, y en el transporte interior hasta su emplazamiento se perdía otra gran parte, resultando al fin y al cabo de un coste excesivo.

En vista de estos inconvenientes y sin abandonar la idea, se sustituyeron los tubos de hormigón por otros de palastro de acero, que presentando la misma resistencia á la compresión eran más ligeros y elásticos; contruidos unos cuantos para prueba, en virtud del éxito satisfactorio que se obtuvo, fueron adoptados definitivamente. Las figuras 1.^a y 3.^a indican su disposición y dimensiones principales.

Fig. 1.^a

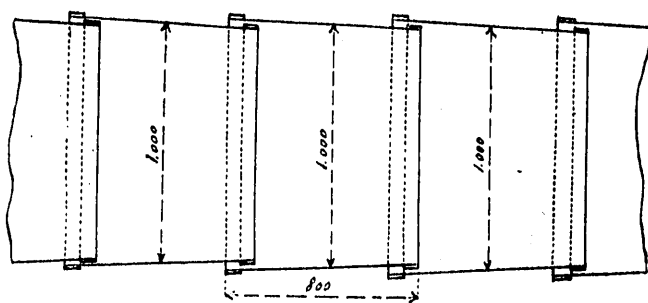


Fig. 2.^a

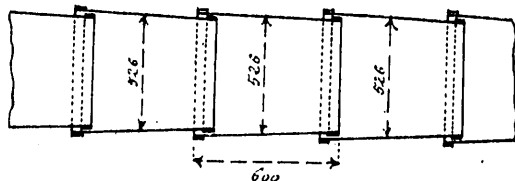


Fig. 3.^a

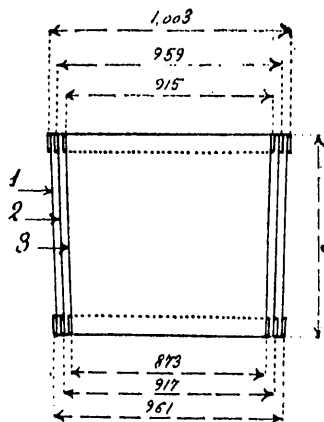
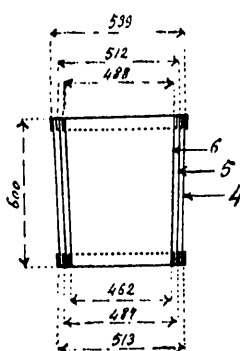


Fig. 4.^a



Son de forma cónica, calculada de modo que permita un enchufe de algunos centímetros, tienen un espesor variable, según sus dimensiones, entre 4 y 9 mm. y están reforzados en sus extremidades para conseguir la impermeabilidad de las juntas.

Existen dos tipos de longitudes diferentes y dentro de cada tipo, tres series (figuras 3.^a y 4.^a) con diámetros tales que puedan enchufarse por grupos de 3 para su transporte marítimo. Cada paquete formado de este modo, se calculó de suerte que pagase lo mismo por su peso que por su volumen (1), y así se redujo á un mínimo el coste de la conducción, extremo importante dada la gran cantidad de piezas de esta clase que se necesitaban.

Conforme al desagüe que había que proporcionar, se colocaban desde una hasta cinco filas de tubos, determinando éstas con más ó menos acierto, según la evaluación aproximada de la superficie de la cuenca, la permeabilidad del suelo ó inclinación de las vertientes, teniendo además en cuenta los datos recogidos acerca de la intensidad de las lluvias torrenciales de la comarca.

Las juntas se hicieron al principio con cemento, luego con estopa impregnada de minio, y, últimamente, llenando de tierra

(1) Solamente en el recorrido del barranco del Diablo, que comprende desde el kilómetro 8 al 39, hay 250 obras de esta clase, entre ellas 26 puentes metálicos cuya luz varía entre 5 y 70 metros, este último sobre el río Kibueza.

(1) Siguiendo la práctica usual en la marina mercante, las Compañías navieras encargadas de estos transportes estimaban, á su elección, la tonelada ó los 40 pies cúbicos, como unidad de pago.

los huecos y apisonando encima. Se dejaba cierto huelgo en la longitud con objeto de que las extremidades de los tubos avanzaran unos centímetros más afuera del pie de terraplén, y una vez elevado éste á la altura necesaria, pasábase á ejecutar la misma operación en la obra subsiguiente. Sólo quedaba para terminar, la construcción de los muros de cabeza, que no era tan urgente, y que se ejecutaba después, sustituyendo al mismo tiempo con hormigón la tierra que rellenaba los intervalos entre las varias filas de tubos, cuando había más de una.

Respecto de las soluciones adoptadas provisionalmente para salvar los ríos y barrancos de importancia, poco hemos de añadir á lo indicado en líneas anteriores. Eran sencillamente unas pasarelas de madera, sobre palizadas á distancia de 4 metros una de otra, y su composición, idéntica en todos los casos, se reducía á lo siguiente: los cuatro pilotes de cada palizada, encepados en su parte superior, sostenían largueros sobre los que se fijaba la vía metálica, y lo mismo los de una palizada que éstas entre sí, se arriostraban por medio de cruces de San Andrés. Todos los enlaces estaban hechos con pasadores fileteados con sus tuercas correspondientes, prescribiéndose en absoluto las cajas y espigas, los embarbillados y demás cortes en las piezas, que debilitasen la sección y disminuyeran su resistencia; de este modo se obtenían obras fáciles de armar y desarmar, y además suficientemente sólidas para el tiempo relativamente corto que debían subsistir.

La madera empleada en ellas se importó de Europa (haya y pino rojo del Norte) ya escuadrada, á pesar de encontrarse en un país donde existe este material en abundancia, lo cual si parece extraño á primera vista, tiene una explicación satisfactoria, considerando que de no hallarse los árboles necesarios al pie de obra, su acarreo á través de un terreno accidentado y sin vías de comunicación hubiera constituido un trabajo costoso, largo y difícil; que la preparación en grande escala de las piezas, habría recargado su coste unitario, en ausencia de toda instalación mecánica para la labra, y que finalmente, los brazos que hubiesen necesitado estas operaciones, no convenía distraerlos del avance de las obras, donde se empleaban con más utilidad.

En algunos casos, sin embargo, cuando las condiciones de los ríos lo permitían, se han transportado maderas por almadías desde cierta distancia, pero estas han sido las excepciones.

R. S. DE LOS TERREROS.

(Se continuará.)

ESTABILIDAD

de las construcciones de hormigón de cemento armado,

POR

C. BONCORPS (1).

(Continuación)

PRIMERA PARTE

VIGAS RECTANGULARES

4. Fórmulas iniciales.—Hallándose uniformemente repartidos por hipótesis, el peso propio y la sobrecarga, la resultante $P = \frac{1}{2} p L$ de las fuerzas exteriores que obran sobre la mitad $A F D S I$ de la viga, que consideramos como una bóveda, pasa por el punto medio O de la distancia horizontal entre A y S , de modo que $E J = O C = \frac{L}{4}$.

Si se construye el paralelogramo de las fuerzas $R O Q P$ (fig. 4)

tomando la longitud $O P$, proporcional á $\frac{1}{2} p L$, las longitudes $O Q$, $O R$, representarán respectivamente el empuje Q y la presión que obra en E . Los triángulos semejantes $O P Q$, $O J E$, darán

$$\frac{O Q}{O J} = \frac{O P \times E J}{O J^2}$$

Reemplazando las líneas por las cantidades que representan, y con las notaciones del párrafo 3, tendremos

$$Q = \frac{\left(\frac{1}{2} p L\right) \left(\frac{L}{4}\right)}{d} = \frac{p L^2}{8 d} \quad (1).$$

Como $\frac{p L^2}{8}$ es el momento flector M en el centro de la viga, se puede escribir

$$Q = \frac{M}{d} \quad (2).$$

Para que la estabilidad esté asegurada, es necesario que la superficie, sobre la cual se ejerce la presión Q , no pueda aplastarse. Pero esta presión no está uniformemente repartida, y se sabe que en este caso es preciso que la superficie comprimida pueda resistir una carga doble de la que obra realmente. El área de la superficie comprimida es igual á $b x h$, y la presión que puede resistir prácticamente, $b x h r$. Por consiguiente, para asegurar la estabilidad, deberemos tener

$$b x h r = 2 Q.$$

Reemplazando Q por el valor (2) hallado más arriba

$$b x h r = \frac{2 M}{d} \quad (3).$$

El centro de presiones C está á una distancia $\overline{SC}$ del vértice S del trasdós igual al tercio de la altura $\overline{SN}$ de la parte comprimida de hormigón, y resulta

$$\overline{SC} = \frac{\overline{SN}}{3} = \frac{x h}{3}.$$

(Se continuará.)

REVISTA EXTRANJERA

Pantallas de hormigón armado para las grandes presas de fábrica.

En los números 1.232, 1.234, 1.236, 1.237, 1.243 y 1.248 de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, se publicó un notable estudio del distinguido Ingeniero de caminos D. José Nicolau sobre el perfil de las presas de fábrica, en el cual se daba cuenta de la utilidad de preservar del contacto del agua el paramento de aguas arriba, construyendo una pantalla, según habían propuesto Torricelli primero y Le Rond y Lévy después, habiéndose ya llevado á la práctica esta mejora, siguiendo las indicaciones de Lévy, en la nueva presa de Settons. Indicaba también el Sr. Nicolau en sus artículos 1) que el hormigón armado podría tener una feliz aplicación en la constitución de estas pantallas de las presas, y de esta misma opinión participa el Ingeniero de puentes y calzadas Mr. Lefort, que la desarrolla en un notable trabajo que se ha publicado en *Nouvelles Annales de la Construction*, y que á continuación transcribimos.

Dice así:

«M. Maurice Lévy, Inspector general de puentes y calzadas, miembro de la Academia de Ciencias, presentó á esta Asamblea en la sesión

(1) Véase el número anterior.

(1) REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, de 24 de Agosto de 1899.