

Esta fórmula es la siguiente:

$$\text{Carga de rotura en kilogramos por centímetro cuadrado del área transversal, en postes de pino blanco ó amarillo. . . .} \left\{ = \frac{350 \text{ Kil.}}{A + 0.004 \frac{l^2}{h^2}} \right\} \begin{array}{l} l = \text{longitud del poste.} \\ h = \text{lado menor de la} \\ \text{sección transversal.} \end{array}$$

Advirtiendo que el poste se supone con extremidades planas, firmemente empotradas, y la carga uniformemente repartida.

(Se continuará.)

LOS FERROCARRILES DE INTERÉS LOCAL

VENTAJAS DE LA VIA ESTRECHA

POR

M. AUG. MOREAU

III.

FLEXIBILIDAD DE LA VIA ESTRECHA.

Creer aun muchas personas que la economía que realiza la vía estrecha consiste en una reducción de la plataforma y de las obras que corresponden á la disminución del ancho de la vía. En realidad, esa economía, que se obtiene en todos los capítulos del gasto es debida, especialmente, á dos elementos que, en igualdad de condiciones, pueden manejarse con mucha mayor facilidad en la vía reducida, y son:

- 1.º La disminución del radio de las curvas.
- 2.º El aumento de las inclinaciones.

En los ferrocarriles, en efecto, es indispensable que las ruedas de un mismo eje permanezcan solidarias, calándolas en él de un modo invariable, y que los ejes queden paralelos. Cuantos artificios se han ideado hasta el día para evitar la *rigidez* del material y el calado de las ruedas, ninguno ha podido obtener la sanción de la práctica, ni es de creer la obtenga jamás. Todo lo que se ha conseguido es introducir algunas modificaciones que suavicen el sistema, sea por medio de cierto juego en las placas de guarda y en la vía, sea con la conicidad de las llantas de las ruedas, ó, en fin, por ciertos perfeccionamientos, como los planos inclinados, etc. Se consigue así en la práctica inscribir el material en curvas de radios sensiblemente más pequeños que los que determinan los diagramas teóricos. De todos modos, es preciso siempre conservar en primer término el principio de la rigidez; es decir, el paralelismo de los ejes, y sobre todo el calado de las ruedas. Ensayos hechos para colocar una rueda loca en cada eje en caminos de vía de un metro, y con pequeña velocidad, han fracasado com-

pletamente (1). Hemos probado nosotros mismos el sistema en las Landas, con pequeños vagones, suministrados por la casa Paupier, en una vía de 0,^m60, con tracción animal; este es el único caso, en nuestro concepto, en que pueda admitirse sin peligro, y excepcionalmente, el principio de la independencia de las ruedas; y con todo, esa desgraciada rueda loca era á menudo la causa de continuos choques oblicuos, que producían dislocaciones en ese pequeño tren y descarrilamientos. Su empleo estaba, sin embargo, justificado por el establecimiento de curvas de 10 á 15 metros de radio.

No son, por lo demás, los vehículos, coches ó vagones los que mayores dificultades ofrecen en casos semejantes, sino la máquina, que presenta la mayor batalla; es decir, la separación máxima entre sus ejes extremos. Si, por otro lado, se cede á la tentación de construir la máquina con un truck articulado que permita á los ejes el perder su paralelismo, es imposible entonces el acoplar todas las ruedas, obtener la adherencia con que se podía contar, y se pierde, por último, un notable esfuerzo de tracción. Tratándose de pequeños caminos de aquel género es cuando menos puede tolerarse esa clase de pérdida. Es preferible, en definitiva, conservar la rigidez de la locomotora, reduciendo en lo posible la separación de sus ejes extremos; y hoy no hay necesidad, en efecto, de acudir á los sistemas especiales de locomotoras para su circulación en vía estrecha; excelentes fábricas francesas, como el Creusot, los Kocchlin de Mulhouse, etc., suministran para todos los anchos de vías pequeñas locomotoras de 2 y 3 ejes acoplados, que no dejan absolutamente nada que desear, bajo el doble punto de vista de la potencia y de la estabilidad. Tan sólo en el caso, verdaderamente excepcional, de que trenes muy pesados exijan gran potencia en una vía reducida, es cuando se necesitarán máquinas con un desarrollo especial en algunos de sus órganos útiles, como el cuerpo de la caldera, cilindros, etcétera, que pudieran encontrar algún obstáculo en la pequeña latitud de la vía. Entonces será la ocasión de emplear las máquinas Fairlie, ó sencillamente los tipos de 3 ejes acoplados con articulación Bissel, como los que funcionan en las líneas de Arzew á Saïda, Auvin á Calais, Hermés á Beaumont, etc., y aun somos de parecer que, reduciendo notablemente el diámetro de las ruedas, que impiden el ensanche de la caldera, pudiera prescindirse de todo sistema especial. Precisamente, teniendo en cuenta las reducidas velocidades á que han de marchar los trenes en esas pequeñas líneas, esa disminución del diámetro de las ruedas no puede ofrecer, en el caso de que se trata, inconveniente ninguno, ni producir rozamientos exagerados.

En resumen; en curva, la rueda exterior tiene que recorrer en el mismo tiempo una longitud mayor que la que corresponde á su gemela; y como

(1) M. Ledoux. *Description raisonnée de quelques chemins à voie étroite.*

ambas tienen que dar un mismo número de revoluciones por causa del calado en su eje, resultará para la rueda más separada del centro de la curva un resbalamiento, tanto más pronunciado cuanto mayor sea la distancia entre las ruedas, es decir, cuanto más ancha sea la vía. Del mismo modo, la resistencia debida á la inscripción en curva de cuerdas rectilíneas determinada por el paralelismo de los ejes, será tanto más sensible cuanto más alejados estén los ejes extremos uno de otro, es decir, cuanto mayor sea la batalla; interesa mucho, por lo tanto, reducir hasta el límite de lo posible el tamaño de los vehículos, y como consecuencia, la separación de sus ejes extremos.

La influencia ejercida por una curva depende de la diferencia entre los desarrollos de la fila exterior y de la interior de los carriles que determinan la curva. Si R y R' representan los radios de esas dos filas de carriles y α el ángulo en el centro de la curva, aquella diferencia estará expresada por

$$2 \cdot \pi (R' - R) \frac{\alpha}{360},$$

ó llamando $L = R' - R$ el ancho de la vía:

$$\frac{\pi \cdot L \cdot \alpha}{180}.$$

Para una misma batalla, esa diferencia, que produce una resistencia especial de resbalamiento, se halla en razón directa del ancho de la vía. Así, la curva de 200 metros de radio en la vía de 1 metro, corresponde aproximadamente á la de 300 metros en la vía normal: existe, poco más ó menos, la misma diferencia de 0,50 por 100 metros entre las dos filas de carriles.

En efecto; en la vía normal, y con un radio de 300 metros, el desarrollo de la fila exterior de carriles para una circunferencia entera es de

$$2\pi \cdot 300,75 = 1864,65;$$

el de la fila interior $2\pi \cdot 299,25 = 1.855,35$; la diferencia entre ambas es 9,30 para un desarrollo medio de 1.860 metros, ó sea 0,50 por 100 metros. Con la vía de 1 metro y un radio de 200, se obtienen los desarrollos $2 \cdot \pi \cdot 200,50 = 1.243,10$ y $2\pi \cdot 199,50 = 1.236,90$, cuya diferencia es de 6,20 para la circunferencia media de 1.240 metros; es decir, todavía 0,50 por 100 metros, poco más ó menos.

Pero como los ejes, además, están más próximos en el material de la pequeña vía, es realmente en la práctica la curva de 100 ó 150 metros, según la batalla, la que corresponde en la vía de 1 metro á la de 300 metros en la vía normal, con relación á la dificultad opuesta á la tracción. Estas

diferencias se acentúan cada vez más, como lo hemos dicho, á medida que decrece la latitud de la vía.

Con el ancho de 1 metro podrán emplearse, por consiguiente, á resistencia igual, radios de curvas mitad de los que correspondan á la vía normal, como lo ha demostrado la práctica, en efecto; y cuando sea absolutamente preciso se podrán aun reducir aquellas cifras, porque con la vía de 1 metro, el material puede todavía recorrer con bastante facilidad curvas de 60 metros; el camino de hierro de Mondalazac presenta corrientemente curvas de 40 á 100 metros de radio.

Convendrá, con todo, el evitar que las curvas cerradas se combinen con fuertes pendientes. Estas últimas ejercen por sí solas poca influencia en las líneas de interés local, porque es preciso, para comodidad del público, el hacer dos ó tres trenes diarios en cada sentido, cuando uno solo sería suficiente la mayor parte de las veces para satisfacer al tráfico. Los trenes serán necesariamente mixtos, poco cargados, y permitirán así el empleo de fuertes pendientes.

Resulta de lo que precede, que conservando en la vía estrecha la misma traza horizontal y el mismo perfil longitudinal que en la ancha, la tracción será más fácil, y, por lo tanto, más económico en la primera que en la segunda; á tracción igual se podrá, á la inversa, remolcar una carga mayor con mayor velocidad en la vía estrecha.

Considerando ahora el perfil longitudinal, la vía estrecha podrá, con iguales inclinaciones que en la normal, emplear curvas de menor radio para la misma resistencia á la tracción, lo que hará evitar buen número de obras costosas. O bien, si el terreno no es muy accidentado, podrá conservarse el mismo trazado horizontal, y con la misma resistencia forzar sensiblemente las pendientes. Esta ventaja de que se puedan emplear inclinaciones más fuertes, que es tan preciosa en terrenos montañosos, lo es aun más al tener presente que los trenes en la vía estrecha arrastran menos peso muerto, y que una carga útil puede ser remolcada en una pendiente mayor ó con una pérdida menor de fuerza. Veremos detalladamente más adelante, en efecto, que dado un ancho de vía suficiente para hacer frente á un tráfico determinado y obtener la capacidad de carga necesaria, todo aumento de ancho aumenta el peso del material móvil en mayor proporción que la capacidad del mismo; en otros términos, el peso muerto de un tren crece con el ancho de la vía.

Esa flexibilidad de la vía estrecha constituye una causa importante de economía; pero no es, ciertamente, la única, como lo veremos en el capítulo siguiente.

(Se continuará.)