

# REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

MADRID, 30 DE JULIO DE 1885

4.<sup>a</sup> Série.

Tomo 3.<sup>o</sup>

Número 14.

AÑO XXXIII DE LA PUBLICACION

---

---

## SUMARIO.

Ferro-carriles de vía ancha y de vía estrecha (continuacion), por P. de Alzola.—Memoria descriptiva de un aparato electro-automático para la iluminacion de valizas (conclusion), por La Orden y Bonnet.—Medios de evitar la aglomeracion de mercancías en las grandes estaciones de los ferro-carriles españoles (conclusion), por E. Maristany y Gibert.

---

## FERRO-CARRILES DE VIA ANCHA Y DE VIA ESTRECHA.

### CAPÍTULO V.

CONDICIONES DE TRAZADO Y EXPLOTACION DE LOS CAMINOS DE AMBAS LATITUDES.

(Continuacion.)

En Francia se fijaron, por la ley de 11 de Junio de 1880 y pliego de condiciones de 6 de Agosto de 1881, las bases para la construccion de los ferro-carriles de interés local, estableciendo como radio mínimo 250<sup>m</sup> para la vía normal, 100<sup>m</sup> para la de 1,00 y 50<sup>m</sup> para la de 0,75; 60<sup>m</sup> de alineacion recta entre curvas de sentido contrario para los caminos anchos y 40<sup>m</sup> para los estrechos; y aparte de que en la construccion de algunos de estos últimos se ha violentado más el trazado, reduciéndose mucho las rectas intermedias, repetimos, fundados en cuanto antecede, que la reforma ha sido bastante tímida para las líneas normales, pues con la vía de 1,45 se podría llegar mucho más léjos en la reduccion de los radios de los ferro-carriles secundarios y económicos, y en la práctica por lo regular no se ha ido tan léjos en la disminucion de los radios de los caminos estrechos, como hemos dicho al tratar de la Argelia y de la Isla de Córcega, que son las dos regiones en donde esta clase de líneas están llamadas á mayor desarrollo en la nacion vecina.

### XVIII.

24. *Pendientes máximas.*—Ya hemos visto las ventajas que ofrecen los caminos normales bajo este aspecto, principalmente por la mayor potencia de arrastre de sus máquinas, lo cual no evita que se admitan ram-

pas más fuertes en las vías estrechas, aunque debía suceder lo contrario, contribuyendo también la disminución de los radios al aumento consiguiente de las resistencias pasivas; pero como este punto es tan claro, evitamos extendernos en su desarrollo, si bien al tratar de la explotación tendremos ocasión de ver los mayores inconvenientes que ofrece el forzar las rampas en las líneas angostas.

25. *Sección transversal de la plataforma.*—Para economizar todo lo posible en los gastos de establecimiento, es preciso reducir la anchura de la explanación á lo puramente necesario; pero ya llevamos dicho que en este punto, como en todos los demás, se ha escatimado, mucho más en las líneas estrechas, contribuyendo también á la carestía de ciertos caminos, la construcción de las obras para doble vía, que no ha estado siempre justificada.

La Real orden de 20 de Febrero de 1854 fijó de este modo las dimensiones de los perfiles transversales:

Terraplenes.....	{ Para una vía. . . . .	6, <sup>m</sup> 00	
	{ Para dos vías. . . . .	9, <sup>m</sup> 05	
Desmontes.....	{ Para una vía. . . . .	5, <sup>m</sup> 15	más las cunetas.
	{ Para dos vías. . . . .	8, <sup>m</sup> 05	id. id.

y son las que por regla general se han adoptado en las arterias de la red española, como puede juzgarse por las figuras 20 y 21, que se refieren á la línea de Ciudad-Real á Badajoz.

Ahora bien; si se comparan estos tipos con el que habitualmente se ha aplicado en varios caminos angostos españoles (figura 22) que acusa 3,<sup>m</sup>30 de anchura en los terraplenes y 3,<sup>m</sup>00 en los desmontes sin las cunetas, resulta una diferencia de 2,<sup>m</sup>70 en la coronación de los primeros y 2,<sup>m</sup>15 en los segundos, y como la de las vías es de 0,<sup>m</sup>67, aún suponiendo que el espesor del balasto aumente desde 0,<sup>m</sup>30 á 0,<sup>m</sup>42 y la base de su talud en 0,<sup>m</sup>16 por cada lado, el aumento de latitud será de 0,<sup>m</sup>67 + 0,<sup>m</sup>32 = 0,<sup>m</sup>99, es decir, que el exceso de holgura al pasar de una vía á la otra será de 6,<sup>m</sup>00 — 3,<sup>m</sup>30 — 0,<sup>m</sup>99 = 1,<sup>m</sup>71 en los terraplenes y 5,<sup>m</sup>15 — 3,<sup>m</sup>00 — 0,<sup>m</sup>99 = 1,<sup>m</sup>16 en los desmontes, que no está justificado desde el momento en que se trata de alambicar en toda clase de gastos de establecimiento, ya sea con una ú otra solución.

Y que la plataforma adoptada en los formularios de los caminos de hierro españoles es demasiado lujosa, se deduce del exámen de los diseños, según los cuales la latitud de la capa de balasto en su coronación es de 3,<sup>m</sup>30, que con  $2 \times 0,42 = 0,84$  de los taludes, suman 4,<sup>m</sup>14, quedando dos paseos de 0,<sup>m</sup>65 y 1,<sup>m</sup>21 en los terraplenes, siendo este último de una holgura exagerada para que se pasee el guarda de la vía; y á fin de llevar todas las economías posibles á la construcción de los caminos de hierro

secundarios es menester cercenar dichas banquetas, y se podría escatimar más, sosteniendo el balasto con muretes en seco por uno de los lados ó por ambos, y áun estrechando los 3,<sup>m</sup>30 del balasto, disminuyendo algo los 2,<sup>m</sup>80 que se dan generalmente á las traviesas. En efecto, éstas suelen tener <sup>(1)</sup> 2,<sup>m</sup>60 en Bélgica y Holanda, 2,<sup>m</sup>50 en Alemania y en algunas de las grandes Compañías francesas, y si bien la vía española es algo más ancha, creemos que en los caminos de hierro secundarios se podrá sin inconveniente acortar la longitud de 2,<sup>m</sup>80.

Y no se crea que al recomendar que debe estrecharse la plataforma aconsejamos la introduccion de novedades peligrosas, sino de reformas sancionadas por la experiencia. En primer lugar, áun en la legislación española se ha reconocido que los tipos oficiales de la seccion trasversal deben reformarse segun los casos, puesto que el art. 43 de la ley vigente de 23 de Noviembre de 1877 deja en libertad á los autores para que propongan en los proyectos la plataforma que juzguen más adecuada; y si dirigimos la vista al extranjero encontramos en Inglaterra, áun en caminos de gran circulacion, 5,<sup>m</sup>18 de anchura en los desmontes con inclusion de las cunetas, suprimiéndose por completo las banquetas contiguas á éstas, puesto que el talud del balasto llega al borde de aquéllas. En Irlanda (figuras 17 y 18) y la India ya dijimos que se reduce á 14 piés ingleses ó sean 4,<sup>m</sup>27; en el Brasil (número 17) á 4,<sup>m</sup>50, y en Italia se adopta tambien en los caminos secundarios 4,<sup>m</sup>00 <sup>(2)</sup> de anchura en las obras de fábrica para la vía ordinaria, dándose tambien la misma latitud en la explanacion, con el aumento de las cunetas en los desmontes y de 1,<sup>m</sup>00 en algunos grandes terraplenes.

Mas para formarse una idea exacta del asunto, es preciso empezar por examinar los gálibos ó contornos máximos del material móvil. En la ley de los ferro-carriles de interés local de Francia se fija en 3,<sup>m</sup>10 el ancho máximo del material móvil de los caminos normales con todas sus salientes; 2,<sup>m</sup>80 para la vía de 1,<sup>m</sup>00 y 2,<sup>m</sup>175 para la de 0,<sup>m</sup>75 y los gálibos no exceden en general para la red normal (figura 27) de la primera de aquellas cifras. En la práctica se admiten comunmente, segun Mr. Moreau 2,<sup>m</sup>95 para la vía ancha, 2,<sup>m</sup>20 para la de 1,<sup>m</sup>00 y 1,<sup>m</sup>70 para la de 0,<sup>m</sup>75; quiere decir, que sólo hay 0,<sup>m</sup>75 de diferencia de latitud entre los vehículos, y por consiguiente no hay razon alguna que justifique las exageradas diferencias que por regla general han solido adoptarse para las respectivas plataformas; y en efecto, en el mencionado pliego de condiciones se dispone que las banquetas se determinarán con la condicion de agregar 0,<sup>m</sup>90 por cada

(1) De la constitution des voies ferrées destinées á étre par courues á grande vitesse. *Revue Industrielle*, 1884.

(2) *Il Politecnico*, Giornale dell' Ingegnere Architetto, 1882.

lado á la anchura del material móvil, que de este modo dará para la seccion transversal

$$\text{Vía ancha. } 2,^m95 + 2 \times 0,^m9 = 4,^m75$$

$$\text{Id. de 1,}^m00. \quad 2,^m20 + 2 \times 0,^m90 = 4,^m00$$

aunque Mr. Moreau, en sus comentarios sobre el citado pliego de condiciones (1), encuentra exagerada esta última latitud, que cree podría reducirse á 3,^m35 dejando el espesor del balasto en 0,^m25, que á la verdad es bastante poco.

En conclusion, y despues de un detenido exámen del asunto, propongo (figura 23) la seccion que á mi juicio debe adoptarse para los ferro-carriles normales económicos, que tiene 4,^m50 de ancho en los terraplenes, 4,^m00 en los desmontes, mas dos cunetas de 0,^m50 ó sean 5,^m00 de caja y á media ladera los tipos correspondientes. De este modo y aún dando 3,^m85 de base al balasto, quedan dos banquetas de 0,^m40 en los terraplenes, que se suprimen para los desmontes, en los que el guarda podrá retirarse á las cunetas cuando pasan los trenes, y si se compara este modelo con el de la figura 22, relativo á los caminos estrechos, se ve que hay verdadera equivalencia entre ambos, resultando la explanacion 1,^m00 más ancha en todos los casos, que es lo que corresponde á la diferencia de latitudes.

26. *Túneles y obras de fábrica.*—Para determinar la seccion mínima de los subterráneos es preciso tener en cuenta, además del contorno del gálibo, si están ó no en curva, la clase del material móvil, para que puedan salir los viajeros en caso de detencion, las cimbras que hay que colocar cuando es preciso revestir algun trozo, dejando además algun excedente en la parte superior para la ventilacion.

Respecto del primer punto opinamos que, puesto que el peralte del carril exterior podrá hacer caer el contorno de los wagones de 0,^m20 á 0,^m30 vale la pena de evitar ese inconveniente, haciendo que el eje del túnel se desvíe de su posicion vertical para colocarse siempre en sentido perpendicular al plano de ambos carriles.

Si el material móvil tuviese pasillo central, la anchura del subterráneo podría ser menor por no necesitarse portezuelas para salir; pero lo general es que los carruajes de viajeros las tengan, siendo de corredera en los wagones de mercancías, salvo las de entrada al departamento de los guarda-frenos. De todos modos no hay necesidad de dejar la holgura para la salida más que por un lado, puesto que tampoco pueden quedar abiertas las puertas interiores en nuestras líneas de doble vía, por no ser la entreeva de 1,^m80 suficiente para ello.

(1) *Memoires de la Société des Ingenieurs civils*, Octubre, 1822.

Para las desigualdades de la vía y las cimbras juzgamos suficiente un sobrante mínimo de 0,<sup>m</sup>35 en todo el contorno del gálibo de la Compañía del Norte de España, puesto que aquéllas podrían sustituirse si fuera preciso por ligeros cuchillos de hierro; y en resumen, con arreglo á las condiciones precedentes se ha formado el perfil, tipo de la figura 28, cuya superficie por metro lineal sin revestimiento es de 24 metros cuadrados. Esta sube á 43,<sup>m</sup>40 en las líneas españolas preparadas para doble vía (figura 20); la anchura es de 7,<sup>m</sup>80, y deduciendo 1,<sup>m</sup>67 de la segunda vía y 1,<sup>m</sup>80 de la entrevía, quedan 4,<sup>m</sup>33, ó sea algo ménos que en el modelo que proponemos para simple vía. Si los carruajes tuviesen su entrada por las plataformas ó no se impusiese la condicion de abrir una de las portezuelas, se podría reducir la seccion del túnel á unos 20 metros cuadrados, añadiendo algunas garitas para el guarda en los túneles largos.

En los caminos estrechos de 1,<sup>m</sup>00 destinados á viajeros, el cubo por metro lineal sin revestimiento suele variar de 16 á 18 metros, siendo excesiva, segun indiqué anteriormente, la de la figura 9.ª, adoptada para los ferro-carriles de Córcega.

Para las obras de fábrica de los caminos ordinarios económicos se puede reducir la anchura á 4,<sup>m</sup>00. No poniendo barandillas sino á lo sumo por un lado y colocando la vía algo excéntrica, se podría conseguir que el guarda pudiera mantenerse junto á ella al paso de los trenes.

## XIX.

26. *Coste de establecimiento.*—Fijadas ya las condiciones técnicas de todas clases para los trazados, el exámen comparativo ha de abarcar tres puntos principales, á saber: el gasto de la construccion, el de la explotacion y la potencia de arrastre de las vías de ambas latitudes.

Respecto del primero han solidado sostenerse opiniones contradictorias, que vamos á empezar por examinar; pero para tratar la cuestion con acierto es indispensable que se haga una clasificacion de los caminos anchos y angostos por categorías, pues sólo así podrán apreciarse debidamente las diferencias de coste.

Mr. Arnoult publicó en la *Revue generale*, 1881, un artículo haciendo ver la gran economía del movimiento de tierras que se consigue con la vía estrecha, trabajo que ha tenido bastante resonancia, y vale la pena de que lo examinemos para aquilatar su alcance.

Trátase del exámen comparativo hecho con varios trazados en un corto trozo del camino de hierro de Anvin á Calais, pero tan pequeño, que teniendo la línea 94 kilómetros de longitud, se limita el estudio á 2,5 kilómetros de terreno muy accidentado, que es bien poco para que se pueda formar juicio del asunto, siendo, por el contrario, indispensable para que

estas comparaciones tengan alguna significacion, que se extiendan á largas secciones; pero veamos, no obstante, lo que se deduce de dicho trabajo, aún suponiendo que el radio de 100<sup>m</sup> de la vía de 1,<sup>m</sup>00 fuese equivalente al de 250<sup>m</sup> de la de 1,<sup>m</sup>45, con lo cual repetimos que no estamos conformes.

VIAS.	Rádios. Metros.	Longitud. Metros.	Movimiento de tierras por kilómetro. Metros cúbicos.	Coste de la explanacion por kilómetro. Francos.
Estrecha. . . . .	100	2635	3075	3400
Ancha. . . . .	250	2150	73490	81000

No vamos á entrar á discutir estos proyectos, admitiendo que no haya medio de reducir el enorme cubo de desmonte que resulta para la vía normal por metro lineal; pero observemos que despues de todo el aumento de gasto por kilómetro es de 77.600 francos en la explanacion y de 6.500 francos en las obras de fábrica, que hacen en junto 84 100 francos, pero en cambio se alarga el trazado en 485 metros ó sea en 22,5 por 100 nada ménos de la longitud, y como el coste de este camino angosto fué de 78.700 francos por kilómetro, el alargamiento de los 485 metros representa un recargo de 17.700 francos, que deducidos de los 84.100, convierten tan decantado aumento en 66.400 francos por kilómetro, tan sólo en la zona de terreno accidentado y que á la verdad no tiene nada de extraordinario, sobre todo tratándose de un trozo excepcional y de corta extension; pero en cambio hagamos notar algunas desventajas del camino estrecho, que consisten, en primer lugar, en un recargo de 0,003 en la pendiente comun á las diversas soluciones que es de 0,015 y que consiste en la equivalencia con la reduccion de los radios hasta 100<sup>m</sup>, segun una nota del mencionado trabajo; además, el 22,5 por 100 de exceso de desarrollo de la linea, representa, cuando ménos, un aumento equivalente de gastos de explotacion; de manera que, aún cuando es posible que haya sido acertada la adopcion de la vía estrecha para la línea de Anvin, una vez que no tiene casi ningun tráfico, se ve que no hay motivos para exagerar demasiado las ventajas obtenidas, y sobre todo que las comparaciones no deben limitarse á trozos aislados tan insignificantes.

Al tratar Mr. Sartiaux del camino de Hermés á Beaumont, empieza por decir que, con arreglo á las condiciones de establecimiento, de los caminos normales, hubiera costado de 220 á 230.000 francos por kilómetro, miéntras que importó sólo 77.000 con la vía estrecha; pero á renglon seguido consigna que, adoptando el trazado de esta última con la vía ordi-

na, que por cierto tiene radios mínimos de 300<sup>m</sup>, excepto en las entradas de algunas estaciones, y reduciendo la plataforma á lo necesario, el presupuesto se reducía a 100.000 francos, y la economía del camino angosto á 23.000 por kilómetro, que es de poca entidad.

Podemos presentar en España otro ejemplo relativo á la primera época de los ferro-carriles de los presupuestos que redactó el Ingeniero D. Ildelfonso Cerda para la línea de San Juan de las Abadesas (1) con curvas de 500<sup>m</sup> de radio y también con otras de 100 a 150<sup>m</sup> para aplicar el sistema Arnoux; pero como la distancia es tan considerable entre ambos extremos y la experiencia posterior ha probado que los radios de 300<sup>m</sup> reuenc excelentes condiciones de explotacion, supondremos que los resultados correspondientes á un estudio hipotético con estas curvas sean el término medio entre las de 125<sup>m</sup> y de 500, consignando los resultados del proyecto en el cuadro siguiente:

RÁDIOS. Metros.	LONGITUD. Kilómetros.	PRESUPUESTO TOTAL. Pesetas.
500	84	39.489.287
125	112	28.168.203

Es decir, que el trazado se alargaba en 28 kilómetros, ó sea en el 33 por 100 de los 84, y el presupuesto disminuía en 11.321.084 pesetas ó el 29 por 100, de manera que resultaba más ventajoso, económicamente considerado el primero, aun suponiendo que la explotacion costase lo mismo en igual longitud, lo cual no había de suceder, y con curvas de 300<sup>m</sup> la economía se hubiera reducido á lo sumo a 5.660.542 pesetas, quedando también ventajosamente compensada con el acortamiento. No quiere esto decir que sostengamos si la línea debía ó no construirse con condiciones determinadas; pero estos datos prueban que si resultaba mala la inversion de capitales con el trazado de radios amplos, sucedera lo propio con el sistema articulado, á pesar de las economías que permitía en la construccion.

Quando, por el contrario, se comparan líneas distintas y ya construidas, unas con la vía ordinaria y otras con la estrecha, no es fácil sacar ninguna clase de deducciones porque puede haber diferencias esenciales en la topografía del terreno, en las condiciones de establecimiento, en la dotacion del material fijo y móvil, en el excesivo lujo ó la extremada mezquindad

(1) Memoria de los Sres. Arnao, Torres Vildósola y Rodriguez.

de la construcción, por todo lo cual consideramos preferible poner en parangón proyectos de la mayor extensión posible, estudiados para servir determinadas comarcas, y al efecto vamos á recordar algunos datos consignados anteriormente.

Ya dijimos en el número 17 que la Memoria oficial del Imperio del Brasil, presentada en la Exposición de Rio Janeiro de 1875, comprendía tres grandes líneas estudiadas con ambas soluciones que median 1.548 kilómetros con la vía ordinaria y 1.566 con la 1.<sup>ma</sup>00. El término medio de los presupuestos fué respectivamente de 94.458 mil reis y 75.046 por kilómetro, ó sean 267.586 y 212.594 francos, lo cual representa una economía para los caminos estrechos de 55.143 francos ó sea del 21 por 100 escaso, y si bien en estos trazados el alargamiento debido á los últimos no excedía del 1,1 por 100, en cambio la pendiente máxima media de las tres líneas subía de 0,017 á 0,021.

Al tratar de la India inglesa, número 18, citamos también los estudios comparativos de la línea de Kotree á Moulton, de 480 millas ó 772 kilómetros, que se presuponían en £ 6.367 y 5.501 por milla ó 98.927 pesetas y 85.470 por kilómetro, con solo la economía de 13.457 pesetas que representa el 13,6 por 100, que aún se reducía al 12,50 para la línea de Jhansi á Manikpur, de 180 millas ó 290 kilómetros.

Los cálculos desarrollados por Mr. Fonsset en su Memoria relativa al coste de la red de los ferro carriles de Argelia se resienten en primer lugar de ser consecuencia más de apreciaciones alzadas, que de presupuestos detallados, y sobre todo, de haber tratado la cuestión con marcada exageración, según probamos en su lugar. El término medio del coste de la red para la vía normal lo evalúa en 196.150 francos por kilómetro y 130.957 para la estrecha, con una reducción de 65.300, ó sea del 33 por 100, partiendo, por supuesto, de una vía más pesada en el primer caso; pero de todos modos, tomada en su conjunto, encontramos exagerada esta economía, dada la índole de aquella red y su modesto tráfico.

Según Mr. Lavoigne y Pontzen, es dudoso que en las líneas estrechas de los Estados-Unidos, trazadas en general en terrenos poco accidentados, se hayan conseguido reducciones de alguna importancia, aunque en algún caso excepcional habrá podido llegar la economía al 30 ó 40 por 100.

Resumiendo ahora lo que llevamos dicho en el capítulo 2.<sup>o</sup> respecto de este particular para las naciones europeas, recordaremos que los datos comparativos son más escasos, por la menor importancia que tienen en Europa los caminos angostos, pero recordaremos que en Noruega ha habido de todo, puesto que el camino normal de Lillestrom costó más barato que el estrecho de Drammen, y que habiéndose acordado después de largas polémicas adoptar la vía ancha para la sección de Eidsvold á Hamar en

vez de la angosta, la economía que se hubiera conseguido adoptando esta última solución era tan sólo del 14 por 100, aún recargando el peso de la vía por el cambio de latitud. En Suecia los 2.386 kilómetros de vía ordinaria de las Compañías, costaron sólo á 93.039 pesetas y los 867 estrechos entre, los que hay muchos modestos caminos industriales, á 52.124, lo que dá una diferencia de 40.965 pesetas, á pesar de la cual iban decayendo mucho las aplicaciones de la vía angosta.

En Italia los caminos normales en construcción de la tercera categoría sumaban 532 kilómetros, cuyo coste resultaba á 97.000 pesetas, y los 46 de vía estrecha á 82.000, y respectivamente los de las mismas clases que estaban en estudio definitivo á 160.000 y 108.600. En Irlanda, según Mr. Lewis, costaba la milla á £ 5.690 y 4.037, ó sean 88.907 pesetas y 62.725 por kilómetro, es decir, con diferencia de 25.682 pesetas, y en Escocia los caminos normales económicos que citamos importaron á razón de 91.437 pesetas el kilómetro.

En Alemania se ha conservado la uniformidad en su extensa red aún para el material móvil; pero dijimos que hay ejemplos notables de ferrocarriles de vía ordinaria que sólo han costado de 60 á 70.000, pesetas así como en Hungría, que aún sin contar el material móvil son de una baratura excepcional. Citamos también las instalaciones de ferrocarriles económicos y tranvías de vapor sobre carreteras, tanto normales como estrechas, y resultaban en Italia y en el imperio alemán de 28.000 á 40.000 pesetas por kilómetro.

(Se continuará.)

P. DE ALZOLA.

## MEMORIA DESCRIPTIVA

DE UN APARATO ELECTRO AUTOMÁTICO PARA LA ILUMINACION DE VALIZAS.

(Conclusion.)

Supuesto en marcha el aparato de relojería y la doble palanca  $N N_1$ , apoyándose en la semi-circunferencia de mayor radio, dichas palancas no tocarán al tope T, y por consiguiente, sus comunicaciones con los polos positivos de la pila y acumuladores, encontrándose aislados, la pila permanecerá inactiva, pues si bien la palanca  $N'$ , funcionará apoyándose en intervalo sobre el tope T, el circuito permanece interrumpido. Continuando la marcha del móvil M llega un momento en que la doble palanca cae sobre la semi-circunferencia inferior, apoyándose en el tope T en comunicación con la platina metálica del aparato de relojería; desde este momento la pila funciona, los acumuladores entran en carga, y cada vez que la pa-