

Entre estas tiendas se ha establecido un pequeño bazar turco con variedad de objetos de Oriente y de París, artículos de bisutería, esencias y algunos otros, todos muy conocidos. Esta instalación y otra colocada en la galería central inmediata á la de Egipto son la representación de Turquía.

Para completar el examen de todos los locales encerrados dentro de la cerca del terreno en donde están establecidas todas las dependencias de la Exposición, sólo nos falta hacer mención de dos edificios: el pabellón de Túnez, y las galerías destinadas á las bellas artes.

Al primero sólo hemos hecho una ligera visita, y en él vimos buenos bordados, ricas monturas y objetos curiosos antiguos de la época de Cartago.

A las galerías de las bellas artes tampoco hicimos una visita muy detenida, porque la impresión que nos causó no fué muy favorable á los muchos cuadros allí presentados, que muy pocos nos parecieron buenos, y más desventajosa todavía con respecto á los cuatro ó seis correspondientes á España, que en nuestra opinión más hubiera convenido no haberlos admitido á tal certamen, porque desdicen de la reputación que nuestros pintores tienen en el mundo de las bellas artes, justificadamente adquirida, como es irrecusable ejemplo de actualidad el brillante lugar que ocupan en la importante exposición que se está celebrando en Munich, en donde se han reunido escogidas producciones de los artistas de todas las naciones.

De todos modos, esta sección de la exposición y la etnográfica, que se estableció en uno de los locales del palacio contiguo destinado á los museos de Amsterdam y que precede al edificio de la Exposición, las consideramos como una adición al programa principal del concurso, y ajenas al objeto que nos hemos propuesto en este escrito.

(Se continuará.)

M. GARRÁN.

FERRO-CARRILES RURALES.

(Continuación)

II.

Las condiciones técnicas de estos caminos no pueden fijarse en absoluto; es menester tener en cuenta las circunstancias particulares de cada caso, que pueden variar notoriamente de uno á otro; pero desde luego podemos concretar ciertos puntos de primera importancia y admitir ciertos límites de pendientes y curvas que caracterizarían estas vías, más bien con

el objeto de poder formar una primera idea de los gastos de establecimiento y de su importancia, que con el propósito de determinar dichas condiciones, lo cual requiere ciertamente un estudio más sério.

El ancho de la vía no debería exceder, en nuestro concepto, de 60 á 70 centímetros entre bordes, fundándonos al establecer este límite, á primera vista tan reducido, en los resultados que se obtienen en un número considerable de ferro-carriles construidos con anchos parecidos ó algo mayores, que sostienen una cantidad de tráfico muy superior al que puede racionalmente esperarse en la mayoría de los casos de que nos ocupamos, y emplean velocidades mucho mayores que las que se está en el caso de usar en los ferro-carriles rurales. Basta citar los ferro-carriles de los arsenales de Woolwiche y de Chatam y el de los talleres de Crave con un ancho de 0,46 metros; el de Festiniog, en el país de Gales, que hemos tenido ocasion de recorrer y estudiar cuidadosamente, cuyo ancho es de 0,597 metros; el de Broclthal, cerca de Colonia; el de Cessous et Trebsau, el de Rochebelle, el de Saint-Leon en Cerdeña, todos con un ancho de 0,80 metros; los ferro-carriles de Mallorca, con un ancho de 0,915 metros; los miles de kilómetros que hay establecidos con el mismo ancho en los Estados-Unidos, y otros muchos que sería prolijo enumerar. La mayor parte de estas vías sostienen un tráfico regular de viajeros y mercancías, se emplean en algunos de ellos velocidades efectivas de 40 y aún más kilómetros por hora, y obtienen productos brutos de 5, 10, 15, 20, 25 y 30 mil pesetas por kilómetro, y aún mayores en algunos de ellos, representando, en general, corrientes de tráfico de una importancia muy superior al que se efectúa en nuestras carreteras.

Respecto de la inclinacion de las pendientes y radio de las curvas, es evidente que han de sujetarse á las condiciones del terreno y tráfico probable de cada una de las líneas, y como éstas son tan variables, resultará que las inclinaciones máximas y radios mínimos que en un caso serán aceptables, en otro serán de todo punto inadmisibles. Sin embargo, partiendo de la suposicion de que se trata de terrenos montañosos, endonde podrian plantearse con mejor acierto los ferro-carriles rurales, creemos que se estaría en el caso de emplear pendientes máximas de 35 y 40 m/m , y radios mínimos de 50 metros, pudiéndose, excepcionalmente y por razones poderosas, traspasar estos límites. No nos detendremos á razonarlos, para no dar una longitud excesiva á estos apuntes; bastará citar algunos ejemplos, y hacer algunas indicaciones, para que se comprenda que no carecen de todo fundamento.

Muchas son las líneas que pueden citarse con pendientes iguales y superiores á 40 m/m , en las cuales se hace un servicio regular con locomotoras ordinarias, sin necesidad de transmitir el esfuerzo de traccion de otra

manera que por la adherencia producida por el peso de las mismas máquinas. Bastará que mencionemos la de Hartlepool cerca de Durhaus, y la de Iquique en el Perú con rampas de 40 m/m ; la de Enghien á Montmorency, en Francia, con rampas de 45 m/m , el paso de las montañas azules en el camino central de la Virginia de Richmond y l'Ohio, y el ferro-carril de D. Pedro II en el Brasil con pendientes de 56 m/m ; la línea de Jefferson á Indianópolis en el Estado de la Indiana con pendientes de 60 m/m ; el camino de Filadelfia á Columbia, cuyas inclinaciones llegan á 67 m/m ; la pequeña línea de Zurich á Vetliberg en Suiza y el camino industrial de Tavaux á Gronard en Francia, con inclinacion de 70 y 75 m/m , respectivamente, y por último, podemos citar las instalaciones provisionales de Raivey y Montfermeil, donde se ha llegado á 90 m/m , y la de Baltimore á l'Ohio, donde se dispuso una rampa de 100 m/m , sin emplear otros medios de traccion que locomotoras de simple adherencia (1).

Respecto del límite inferior señalado al rádio de las curvas, es necesario para apreciarlo tener en cuenta el ancho de la vía, pues es sabido que, á igualdad de rádio, es menor la resistencia de los trenes cuanto más reducida es la latitud de la vía sobre que corren. Si comparamos diferentes anchos y suponemos que para cada uno de ellos permanece constante la relacion entre la distancia de los ejes de los vehículos y el mismo ancho, hipótesis que responde á la realidad de las cosas, puesto que á medida que disminuye el ancho de la vía se emplean vehículos menores, y por tanto es natural que disminuya tambien la distancia entre ejes, entónces la expresion de la resistencia debida al paso de las curvas tomará la forma $f e \frac{(1 + n)}{2 R}$, en que f y n son constantes, e representa el ancho de la vía y R el rádio de la curva (2). Para que esta expresion permanezca invariable, basta que R varíe en la misma relacion que e ; por tanto, si disminuimos en un 50 por 100 el ancho de la vía, los rádios de las curvas podrán rebajarse en la misma proporcion, sin que varíe la resistencia ocasionada por las mismas curvas al paso de los trenes. Con el ancho de 0'60 metros, las curvas de 50 metros de rádio equivaldrán á curvas de 139 metros con el ancho normal de las vías españolas, que es de 1,67 metros, y á 120 metros con el ancho de 1,44 metros generalmente empleado en Europa.

Rádios de 200 metros se emplean en líneas de gran tráfico dotadas de un material de trasporte rígido, con sólo adoptar un juego lateral en los ejes de las máquinas para facilitar el paso de las curvas, particularmente

(1) Couche.—Voie et materiel roulant, tomo II, libro III, capítulo 13.

(2) Couche.—Voie et materiel roulant, tomo III, libro VI, cap. 3,º pár. 2.º

cuando es menester acoplar más de dos ejes para transmitir el esfuerzo de tracción, lo que no ocurrirá en la generalidad de los caminos de que nos ocupamos.

Rádios de 150 y 100 metros y aún menores empléanse en líneas de ancho normal y de gran tráfico, con un material de transporte rígido y máquinas dotadas de disposiciones especiales para facilitar el paso de las curvas, aprovechando la mayor parte de su peso para la adherencia (sistemas Waaesen, Meyer, Beugnot, Fairlie, etc., etc.) Entre las líneas de ancho normal, podemos mencionar, como ejemplos notables bajo el punto de vista del empleo de curvas de corto radio, la de las montañas azules ya citada en otro lugar, que las presenta de 90 metros, el camino de D. Pedro II en el Brasil y el de Iquique en el Perú, mencionados también antes, que las presentan de 76 y 60 metros respectivamente. Entre los caminos de ancho reducido podemos indicar el de Festiniog y el de sus pequeñas líneas afluyentes, cuyos trazados ofrecen curvas de 50, 40 y aún de 35 metros de radio; y sin embargo, se han explotado exclusivamente, durante bastante tiempo, con material rígido; el de Broclthal en Westphalia, con curvas de 38 metros, el de Mondalazac á Salles-la-Source en Francia, con curvas de 60 y 40 metros, y otros muchos de larga enumeración.

Después de los antecedentes que acabamos de exponer referentes á pendientes y curvas, es indudable que los ferro-carriles rurales podrían explotarse en buenas condiciones dentro de los límites señalados, y aún podrían traspasarse éstos, sin grave inconveniente, en caso necesario.

Un carril de acero sección Vignolles de 13 ó 14 kilogramos de peso por metro lineal, sostenido por traviesas de madera á la distancia de 0,80 metros, sería suficiente en la mayor parte de los casos, si un estudio detenido del asunto no aconsejara el empleo de una vía enteramente metálica. La unión de los carriles á las traviesas podría hacerse por medio de escarpas de 0,12 kilogramos de peso, la unión de los carriles entre sí por medio de eclisas de 2 kilogramos sujetas por medio de cuatro tornillos de 0,20 kilogramos.

El volumen de balasto que entraría sería de 0^m³,50 poco más ó menos.

Con estos elementos el coste de un kilómetro de vía sería aproximadamente el siguiente:

		Ptas. Cts.
28 toneladas de barras carriles incluso su transporte sin derechos arancelarios á	175,00	4900,00
1,010 id. id. celisas id. id. id. á	200,00	202,00
0,20 id. id. de tornillos id. id. á	350,00	70,00
0,60 id. de escarpas id. id. á	330,00	198,00
1.250 traviesas de 1,30 ^m $\times$ 0 20 $\times$ 0,10 á	2,00	2500,00
500 metros de balasto á	3,00	1500,00
Colocacion.		2000,00
SUMA.		11370,00

ó sean 11,37 pesetas por metro lineal, cifra que podemos elevar hasta 13 pesetas, suponiendo incluidos en ella el coste de las vías de servicio, cambios de vía y demás material fijo propio del servicio de estaciones.

Evidente es que los precios variarán considerablemente de una á otra localidad, y de una á otra época, y que sólo puede tratarse aquí de tener una idea aproximada del coste de la vía, como uno de los factores más importantes que entran en el establecimiento de los caminos de hierro.

Con el ancho señalado á la vía, el de los vehículos no debería exceder de 1,70 á 1,80 metros, y el correspondiente á la explanacion, sin incluir cunetas, contándolo como si la vía férrea se estableciese sobre una carretera ya construida, podría fijarse en 2,30 metros.

A este ancho podemos añadirle una banqueta de 1,50 metros con destino al paso de peatones, y si se quiere de caballerías, y vendremos á parar á una latitud total de 3,80 metros para la explanacion, entre bordes de cunetas en los desmontes, ó entre aristas de terraplenes.

No creemos compatible con la índole de estos apuntes descender á mayores detalles, precisando detenidamente las condiciones técnicas de estos caminos; lo expuesto será lo suficiente para poder comparar los gastos de establecimiento con los que corresponden á las carreteras en las condiciones en que generalmente se llevan éstas á cabo.

III.

Al construir el Estado las carreteras, ofrece una faja de terreno afirmada al disfrute gratuito del público, en las condiciones necesarias para que éste pueda aprovechar los vehículos de todas clases que le pertenecen; en otros términos, el Estado costea la parte fija, y el público la parte móvil de los elementos indispensables para efectuar el transporte sobre ruedas.

Sostengamos la comparacion en el mismo terreno, admitamos para los ferro-carriles rurales que el Estado construirá la parte fija y el público costeará el material móvil, y veamos si es posible conseguir el fin deseado,

sin que el Estado se imponga mayores sacrificios que los que representan los fondos destinados en la actualidad á la construccion y conservacion de carreteras.

Es evidente que esta comparacion no puede hacerse en términos generales, y que sólo en cada caso particular, proyectando el camino de hierro y la carretera, y comparando los presupuestos respectivos, puede llegarse á una conclusion racional sobre el coste de uno y otro medio de transporte.

Sin embargo de esto, no ha de ser imposible formar una primera idea respecto del importe relativo de ambos caminos, y sobre los gastos que ocasionaría su conservacion y reparacion. Si establecemos la comparacion con una carretera de 2.º orden, cuyo ancho de 7^a es el término medio de los tres que admite el Reglamento para la ejecucion de la ley de carreteras, tendremos que á igual cota de desmonte ó terraplen, las obras de la carretera tendrán un exceso de ancho sobre el camino de hierro de $7^m - 3\ 80^m = 3,20^m$, puesto que las cunetas y taludes podremos admitir que sean iguales en uno y otro caso. A este exceso de ancho corresponde, por metro lineal de vía, una superficie de terreno ocupado de $3,20^m$, y un prisma de desmonte ó terraplen de la misma base y de una altura igual á la cota que se considere. En las obras de fábrica los frentes no sufrirán variacion por punto general, y la longitud del cañon experimentará una reduccion de $3,20^m$. En los túneles, que por más que sean raros en las carreteras no dejan de encontrarse, se obtendrá una reduccion análoga, y por último, quedará suprimido el afirmado con su recebo y trabajo de consolidacion. En resumen, se obtendrá una gran reduccion en el terreno á expropiar, en el movimiento de tierras y en las obras de fábrica, y la supresion completa del firme. En compensacion de estas considerables economías, tenemos la vía con su balasto y trabajo de colocacion, cuyo valor hemos visto podía fijarse aproximadamente en 13 pesetas por metro lineal. ¿Corresponde esta cifra al importe de aquellas economías, es mayor ó es menor? Dificil es resolver satisfactoriamente esta cuestion. En los terrenos muy accidentados donde abundan los desmontes en roca de gran cota, es evidente que la economía obtenida sobrepujará al valor señalado á la vía, á medida que los accidentes del terreno disminuyan en importancia las reducciones obtenidas, como consecuencia de la disminucion del ancho de la explanacion, serán cada vez menores, y en terrenos llanos es evidente que no representarán ni con mucho el valor de la vía. Pero como por desgracia son muy frecuentes en España los terrenos accidentados, y precisamente á éstos se aplicarán con mayor ventaja los ferro-carriles rurales, es para nosotros indudable, que á igualdad de cotas de desmonte y terraplen, ó lo que es lo mismo, suponiendo que el trazado, tanto horizontal como vertical, de la vía férrea, sea igual al que se adoptaría para la carretera, el

aumento en los gastos de establecimiento que corresponde á la vía, estaría compensado por las economías que se obtendrían en la expropiación, explotación, obras de fábrica y afirmado.

Hemos supuesto que el trazado del ferro-carril será exactamente el mismo que el de la carretera á que ha de reemplazar, esto es, que se adoptarán para aquél las alineaciones rectas y curvas y las rasantes que se hubieran establecido para ésta.

Fácil es comprender que así sucederá en la gran mayoría de los casos, pues dados los límites que hemos adoptado para los rádios de las curvas y para la inclinación de las rasantes (50 metros para aquéllos y 40 milímetros para las segundas), el trazado del ferro-carril tiene el mismo carácter y entra en las condiciones de una carretera, encontrándose muchas de éstas, en países montañosos, que no alcanzan aquellos límites, los cuales, por otra parte, podrían traspasarse en casos excepcionales.

Es cierto que en algunas carreteras de tercer orden se han adoptado pendientes de 6 y 7 por 100, y que estas inclinaciones no podrían sin dificultad adoptarse á un camino de hierro sin adoptar al mismo tiempo tarifas que, por lo elevadas, serían de imposible aplicación; mas también es fuerza convenir en que estas pendientes se aceptan en raras ocasiones, y que cada vez es mayor el número de los Ingenieros que repugnan el emplearlas en las carreteras, por considerarlas inconvenientes y desastrosas para el tráfico. Admitiendo curvas de 50 metros de radio y pendientes de 40 milímetros, será posible ajustar en la mayor parte de los casos la traza de los ferro-carriles á los repliegues del terreno, y salvar sus accidentes sin incurrir en las grandes trincheras y terraplenes, altos viaductos y largos túneles, que se encuentran en la mayor parte de los ferro-carriles y que caracterizan sus trazados, en contraposición á los de las carreteras, donde merced á las pendientes fuertes y curvas de radio muy pequeño, se disminuye considerablemente el movimiento de tierras y la altura de las obras de fábrica; resultando que con gran frecuencia se confundirán los trazados de ambas vías, y sólo en casos excepcionales, que no conviene tener en cuenta al considerar la cuestión bajo un punto de vista general, será preciso incurrir en mayores gastos de establecimiento para el ferro-carril que para la carretera, por no poder emplear en aquél las pendientes máximas y curvas de radio mínimo que suelen aceptarse en éstas, por más que al hacerlo se incurra, en sentir de algunos Ingenieros, en un gran error económico.

Los gastos de conservación de las carreteras pueden evaluarse por término medio, según datos oficiales, en 750 pesetas por kilómetro, incluyendo en esta cifra los haberes de peones camineros, jornales de auxiliares y materiales; si admitimos que la conservación de las vías férreas rurales no ha de ser de cargo del Estado, resulta que éste realizará una economía

anual considerable de 750 pesetas por kilómetro. Puede, pues, el Estado subvencionar la explotacion de la línea en una cantidad igual por año, ó invertir en la construccion del camino el capital que esta suma representa, que al 5 por 100 asciende á 15.000 pesetas por kilómetro, sin incurrir ni en uno ni en otro caso, en mayores gravámenes que los que acepta al emprender la construccion de una carretera.

Hay más aún; las carreteras, además de la conservacion permanente, requieren, á intervalos más ó menos largos, segun la cantidad de tráfico y calidad de los materiales, la renovacion casi completa del firme y la reparacion de otras obras, todo lo cual representa una nueva carga que el Estado se impone, cuyo coste, aunque es más difícil de apreciar que el que corresponde á la conservacion, no bajará de 250 pesetas anuales por kilómetro, cantidad que capitalizada al mismo tipo asciende á 5.000 pesetas.

En resumen; con las condiciones técnicas que quedan propuestas para los ferro-carriles rurales, su trazado tendrá el mismo carácter que el de las carreteras, los gastos de establecimiento de aquéllos, material fijo inclusive, no serán mayores sino en casos excepcionales á los de éstas, y segun las circunstancias, el Estado podrá invertir un exceso de capital de 20.000 pesetas por kilómetro en la construccion, ó subvencionar la explotacion en 1.000 pesetas anuales tambien por kilómetro, sin imponerse mayor sacrificio que el que representan los fondos que en la actualidad se destinan en la construccion y conservacion de caminos ordinarios.

(Se continuará.)

E. ESTADA.

MEMORIA

SOBRE LA

APLICACION DE LA ELECTRICIDAD

Á LA EXPLOTACION DE LOS CAMINOS DE HIERRO.

CONCLUSION.

Terminado ya el precedente exámen, creemos conveniente hacer un breve resumen, en el que exponeremos la opinion del Jurado respecto á la