

en esta direccion, ciñándose por completo al programa referido.

EUSEBIO PAGE.

MEMORIA

REDACTADA POR EL INGENIERO JEFE DE OBRAS PÚBLICAS
DE LA ISLA DE PUERTO-RICO,

D. LEONARDO DE TEJADA.

(Continuacion.)

Cuando el terreno es muy accidentado, la economía en el coste de las explanaciones es siempre considerable, aunque una parte de ella quede anulada por la mayor longitud que resulta para el trazado por lo que éste se adapta al terreno. Se ve, pues, que la economía se debe, no sólo á la reduccion del ancho de la vía, sino á la variacion de las condiciones del trazado de las líneas, del material fijo y móvil que se emplea en ellas, y de la explotacion; en una palabra, á la variacion radical que lleva consigo el trazado de vía estrecha. Siendo, pues, las diferencias de coste de los ferro-carriles de vía ordinaria y de vía estrecha debidas principalmente á las diferencias esenciales de sistema ántes indicadas, se comprende perfectamente que la de algunos centímetros en el ancho para los de vía estrecha influirá poco en su coste total si no se alteran las demas condiciones, sucediendo lo que con los ferro-carriles ordinarios en que, segun puede observarse, la diferencia que existe en los anchos de las diversas líneas construidas no han influido sensiblemente en el coste total medio kilométrico de las mismas en igualdad de las demas condiciones.

En general, influye más sobre el coste total de las líneas el mayor ó menor radio de las curvas y las mayores ó menores pendientes que se adopten que el ancho de la vía; pero debe tenerse presente que la economía obtenida en el coste de establecimiento por disminucion de radios ó aumento de pendientes se traduce siempre por aumento de gastos para la explotacion.

La combinacion de los tres elementos, ancho de la vía, radio de las curvas y pendientes, sin exceder de ciertos límites, dará la solucion más conveniente y económica, debiendo tenerse en cuenta para determinarla en cada caso las condiciones del terreno, y el movimiento probable que haya de verificarse por la línea proyectada.

Los inconvenientes de las curvas de pequeño

radio son aumento de longitud del trazado, facilidad de descarrilamiento y aumento de resistencia á la accion de los motores, y por consiguiente, disminucion de efecto útil de los mismos; pero si la velocidad de la marcha de los trenes no excede de 50 kilómetros, como sucede en general en los ferro-carriles de vía estrecha, dichos inconvenientes no son de consideracion.

Cuando el terreno sea difícil y accidentado deberá reducirse el radio de dichas curvas todo lo posible, pues de este modo se obtendrá una gran economía en los gastos de establecimiento, pudiendo aceptarse sin temor alguno curvas de 100 metros y aún de menor radio en los ferro-carriles de vía estrecha. Sin embargo, en general no convendrá descender del límite de 150, ó á lo más de 100 metros, sino en casos muy especiales.

Los inconvenientes de las fuertes pendientes son: aumento de resistencia á la traccion de las subidas, peligros de accidentes en las bajadas, mayor deterioro del material móvil y de la vía, por la accion de los frenos, y mayor coste de dicho material por la necesidad de emplear motores de gran peso. Cuando el terreno sea muy accidentado, ó cuando haya que salvar una elevada divisoria, la adopcion de fuertes pendientes podrá producir una gran economía en el coste de establecimiento del ferro-carril, ya por la disminucion de la longitud del trazado y ya tambien por la menor importancia de las obras que deben ejecutarse. Del exámen de las ventajas é inconvenientes de exagerar las pendientes ha de deducirse el límite del cual no deberá pasarse, en cada caso, segun las condiciones del terreno y de la línea que trate de establecerse. El mayor de los inconvenientes es de la resistencia á la traccion que da siempre lugar á un aumento, tanto de los gastos de explotacion correspondientes al arrastre, como de los relativos á la conservacion del material y la vía. Cuando la velocidad de marcha de los trenes no pase de 20 á 25 kilómetros, puede llegarse hasta el límite de 40 milésimas. En los Estados-Unidos se han explotado con locomotoras líneas en que existian inclinaciones de 55, 60 y hasta 70 milésimas, empleando máquinas de seis y ocho ruedas acopladas, con velocidades de 25 kilómetros. En general no conviene que dichas inclinaciones excedan del límite de 25 á 30 milésimas.

Los inconvenientes de la vía estrecha son: menor potencia de los motores empleados y menor estabilidad de éstos y de los vehículos; habiéndose

se expresado ántes larga y detenidamente cuáles son las ventajas que se obtienen con la adopción del citado sistema de vía.

Indicacion de los principales elementos que convendrá adoptar para el ferro-carril de la costa.

Expresadas ya las ventajas é inconvenientes de los ferro-carriles de vía estrecha y las alteraciones que pueden introducirse en los demás elementos de las líneas de esta clase, pasemos á indicar los que en nuestro concepto convendría adoptar para el ferro-carril de la costa en esta isla.

El ancho de vía que parece más conveniente es el de $3\frac{1}{2}$ piés ingleses ($1^m,067$), que adoptado hace algunos años en varias de las líneas existentes en otros países, está ya sancionado por la práctica, puesto que á la economía que se obtiene en la construcción, reúne la de hacerse el servicio de explotación en buenas condiciones, empleando locomotoras que marchan á la velocidad ordinaria de 25 á 30 kilómetros, y que puede llegar á ser en algunos casos hasta de 64 kilómetros por hora (ferro-carril de Noruega), siendo la carga de los wagones el 85 por 100 de la que suelen llevar éstos en los ferro-carriles ordinarios.

Fijado el ancho de la vía, puede decirse que queda fijado también el de los demás elementos que á ella se refieren, como son: ancho de las explanaciones de las obras de fábrica, de la capa de balasto, y longitud de las traviesas; las dimensiones que se proponen para cada una de estas partes son las aconsejadas por los buenos principios de la construcción y próximamente iguales á las adoptadas para líneas análogas ya construidas y sancionadas por la práctica.

Los carriles deberán ser del sistema Vignoles, de peso de 20 kilogramos por metro lineal.

Las traviesas (semi-rollizos de $0^m,20$ á $0^m,25$ de diámetro y de $1^m,60$ de longitud), deberán ser de maderas del país, y sus clases se fijarán en cada caso.

Los carriles deberán ir unidos por sus extremos con placas de juntas (*eclisses*) y pernos y fijados á las traviesas por medio de escarpías.

El ancho del balasto en la cara superior deberá ser de $2^m,50$ y el espesor mínimo de $0^m,50$.

La anchura mínima de las explanaciones convendrá que no baje de cuatro metros, y este mismo ancho deberá darse á los túneles, puentes, pontones y obras de fábrica análogas, cuando éstas hayan de quedar á la altura de rasante de la

vía; pudiéndose reducir este ancho hasta tres metros, cuando las condiciones de las obras lo permitan.

El radio mínimo de las cuavas no deberá bajar de 150 metros, en la inclinación máxima exceder de 25 milésimas, sino en casos muy especiales, para los cuales deberá obtenerse la autorización correspondiente, pues dichos límites se han fijado teniendo en cuenta las condiciones del terreno que habrá de recorrer la línea y las más convenientes para la explotación.

El peso de las locomotoras deberá ser de 15 á 16 toneladas, y el ancho exterior de los coches y wagones, de dos metros proximamente.

Con la adopción de estos tipos para las líneas férreas de Puerto-Rico se conseguiría en nuestro concepto, llevarlos á cabo en buenas condiciones económicas, y satisfacer no sólo las necesidades actuales del tráfico, sino las que pudieran crearse en un plazo largo, por el desarrollo de todos los elementos de riqueza del país á que tanto contribuyen estas vías perfeccionadas de comunicación.

Coste probable del ferro-carril de la costa.

Fijadas las condiciones que en nuestro concepto deberá reunir el ferro-carril de la costa, tratemos ahora de determinar cuál será el coste probable de su establecimiento, teniendo en cuenta dichas condiciones, las del terreno que habria de recorrer la línea, y los precios de las diversas clases de obras.

No existiendo en la isla de Puerto-Rico línea alguna construida, y habiendo varias en explotación en la vecina de Cuba que podrian servir de punto de comparación para un trabajo de esta naturaleza, se dirigió hace tiempo esta Jefatura á la Inspección de ferro-carriles de la Habana, solicitando datos relativos á las líneas férreas en aquella Isla y á su coste de establecimiento, pues de ellos y por analogía hubiera sido fácil deducir aproximadamente el probable para los de Puerto-Rico.

Desgraciadamente, hasta la fecha, sólo se han recibido de aquella Inspección algunas de las memorias anuales que acostumbran á publicar las compañías de ferro-carriles, de las cuales ni aún ha podido deducirse el coste de establecimiento de los mismos, pues no se expresan en las citadas memorias más datos que los de explotación, sin indicar ni aún el interés que representan para los capitales invertidos en dichas líneas, los productos

líquidos obtenidos de su explotación durante el año á que se refieren. La Inspección de ferro-carriles de Cuba, al remitir dichos documentos que se refieren todos á líneas de vía ordinaria, añadía que estaban en construcción algunos ferro-carriles de vía estrecha, cuyo coste resultaba próximamente un 50 por 100 más económico que el de aquéllas. Pedidos por esta Jefatura nuevos datos sobre las condiciones y coste de los citados ferro-carriles económicos, aún no se han recibido á pesar del tiempo transcurrido y de haberlos solicitado reiteradamente. Para no diferir más la terminación de esta Memoria, la Jefatura se ha visto obligada á prescindir de dichos datos, que tanto hubiera convenido conocer, y á deducir el coste que tendrán aproximadamente los ferro-carriles económicos en Puerto-Rico, por comparación con los de otros países, cuyas circunstancias son completamente distintas, y con el calculado para los ferro-carriles de Capital á Arecibo, Ponce á Guayama y Arroyo, y Yabucoa á Humacao, cuyos proyectos fueron estudiados hace algunos años por el Ingeniero inglés Mr. Webb, existiendo en esta Jefatura documentos completos del de Arecibo y la mayor parte de los datos referentes á los otros dos.

El examen comparativo del coste que han tenido los ferro-carriles ordinarios y de vía estrecha en los países en que existen de ambas clases, y los estudios hechos en los últimos tiempos, sobre todo en los Estados-Unidos, para apreciar con exactitud las diferencias de coste de establecimiento de uno ú otro sistema en líneas determinadas, permite asegurar desde luego que en la generalidad de los casos la adopción de la vía estrecha proporcionará una economía que, cuando el terreno sea fácil, no excederá probablemente del 55 por 100 del coste total de los ordinarios; pero que cuando, por el contrario, sea muy difícil y accidentado, llegará y aún pasará del 50 por 100.

En el apéndice de la obra de Mr. Ledoux, titulada *Description raisonnée de quelques chemins de fer à voie étroite*, se hace un estudio comparativo del coste de establecimiento de algunas líneas de los Estados-Unidos, en el supuesto de emplear la vía ordinaria y la vía estrecha para unos mismos trayectos, deduciéndose de dicho estudio la relación que existe entre el coste medio kilométrico de las de cada sistema, que es distinto para cada caso, según que el terreno es fácil, medianamente accidentado ó difícil.

El primer estudio comparativo se refiere á una sección de 56 kilómetros de longitud en terreno montañoso muy difícil. El ancho de la vía ordinaria es de 1^m,456; el de la vía estrecha, 0^m,914; el peso del metro lineal de rail para la primera, es de 54^k,7, y para la segunda de 29^k,7; las pendientes máximas y los radios mínimos de las curvas son próximamente los mismos. La economía en favor de la vía estrecha resulta ser el 48 por 100 del coste de la vía ancha.

El segundo estudio es referente á otra sección de 67 kilómetros en terreno fácil y llano. Las dimensiones de la vía ordinaria y estrecha son las mismas que para la anterior. El peso del metro lineal de rail para la primera es de 27^k,7, y para la segunda, de 14^k,8, y las condiciones del trazado, las mismas para ambas. La economía en favor de la vía estrecha es de 56 por 100.

El tercero se refiere á la línea de Memphis á Venoxxville, que recorre un terreno algo accidentado. Su longitud es de 48 kilómetros. El ancho de la vía ordinaria es de 1^m,524; el de la vía estrecha, 0^m,914; el peso del metro lineal de rail para la primera es de 29^k,7, y para la segunda, de 14^k,8, y las condiciones del trazado, las mismas para ambas. La economía en favor de la vía estrecha es de 41 por 100.

Finalmente, el cuarto estudio se refiere á la línea de Deuver á Rio Grande, cuya longitud es de 52 kilómetros. El ancho de la vía ordinaria es de 1^m,455, y el de la estrecha, de 0^m,914; las pendientes máximas para la primera son 29 milésimas, y para la segunda, de 55; los radios mínimos de las curvas para la primera son de 145 metros, y para la segunda, de 67. Se ve, pues, que las condiciones del trazado difieren bastante. La economía en favor de la vía estrecha es de 72 por 100, obtenida principalmente en las explanaciones y obras de arte, cuyo coste para la vía estrecha es de 24.000 francos, mientras que para la vía ordinaria es de 154.000 francos por kilómetro.

Este último estudio demuestra la influencia que puede ejercer en ciertos casos para el coste total de una línea la reducción del radio de las curvas y el aumento de las pendientes.

Bastan los citados ejemplos para hacer comprender la influencia que la adopción de la vía estrecha ejerce siempre en el coste de construcción de las líneas férreas en general; y para deducir por analogía y comparación, con los datos de que podemos disponer, el coste probable del ferro-

carril de la costa de Puerto-Rico, aunque hubiera sido preferible que á más de referirnos á líneas análogas de otros países que se hallan en distintas circunstancias, y á las de sistema ordinario proyectadas para esta Isla, pero que no han llegado á realizarse, hubiésemos podido hacerlo á las existentes en Cuba.

(Se continuará.)

LA EXPOSICION DE 1878.

Tomamos del periódico frances titulado *Le Fer* el siguiente suelto, que da algunas noticias curiosas acerca de esta gran solemnidad industrial:

« La Comision artistica de la Exposicion Universal, presidida por el Marqués de Chennevières, director del Palacio de Bellas Artes, ha encargado cincuenta y nueve estatuas para el decorado de los palacios del Campo de Marte y del Trocadero. Las que se destinan á este último simbolizarán las diversas clases de la Exposicion: la Agricultura, la Metalurgia, la Mecánica, la Botánica, la Industria textil, la Higiene y otras, hasta el número de treinta. Se las deberá colocar sobre pedestales, separadas de trecho en trecho, en el extremo de las dos galerías cubiertas que unen la Sala de Conciertos con el pabellon de los costados. Se espera que harán buen efecto cuando destaquen sobre el cielo sus formas pintorescas.

En el palacio del Campo de Marte tendrán la misma disposicion. Veinte grandiosas estatuas se alinearán sobre la vasta fachada del edificio que se levanta entre el puente de Jena y la Escuela Militar. Estas veinte estatuas representarán á las naciones expositoras.

En el interior del monumento, seis estatuas que representan las cinco partes del mundo, deberán ir colocadas en emplazamientos particulares destinados á recibirlas. Segun se dice, se ha suscitado con este objeto una cuestion en el seno de la Comision. Habia seis sitios sin ocupar, por razones de escultura; ahora bien, no se han contado hasta ahora más que cinco partes del mundo, pues la Oceanía no ha entrado en esa categoría hasta hace muy poco tiempo. ¿Cómo ocupar el sitio vacante sin violentar la clasificacion de los geógrafos, ó sacrificar la simetría tan estimada de los arquitectos? Se encontró una solucion feliz de este problema, dividiendo la América; habrá, pues, América del Norte y América del Sur, lo que en el fondo se encuentra muy conforme á la realidad, porque las dos Américas, que no están unidas más que por un istmo muy estrecho, se diferencian mucho por la naturaleza del suelo y de sus productos y por las costumbres y el espíritu de los habitantes.

Arreglado así todo bajo este punto de vista, no quedaba más que ocuparse de la decoracion de la cascada, la que se adornará con cuatro grupos colosales de animales. El argumento principal del decorado principal será una *Fama*, que M. Mercié, á quien ha sido ya confiado el *Genio de las Artes* para el Louvre, se ocupa á la sazón de modelar.

No habrá una arista de los monumentos del Campo de Marte y del Trocadero, ni un fuste de columna, ni un dintel de puerta, ni un nicho tan sólo que no sirva para colocar, bien una figura decorativa, bien un adorno sacado de los recursos más brillantes del arte del ornamentista.

Falta aún colocar los techos del Palacio del Trocadero, y acabar la fachada exterior del edificio. Estos últimos trabajos, cuya suma se evalúa en 370.000 francos, se adjudicarán al Ministerio de Comercio y Agricultura.

Puede calcularse en unos ocho millones de francos el precio del palacio, cuyos cimientos han exigido grandes trabajos de mampostería.

El Ayuntamiento de París se reserva el derecho de comprar una parte, finalizada la Exposicion. El Palacio del Trocadero, convertido en edificio municipal, será transformado en salones de fiestas, de exposiciones y de reunion para los orfeones de la ciudad, que se asemejarán al Palacio de los Campos Eliseos.

En la actualidad se está construyendo y trasportando junto al puente de Jena la estación que tendrá por objeto recibir los viajeros que vengan á visitar la Exposicion. Esta estación se halla perfectamente proyectada, y todo se dispondrá de modo que se evite la acumulacion de gente para apresurar la salida de los trenes llenos.

Vastas salas de espera, distintas para cada clase y provistas de numerosas banquetas, permitirán á los visitantes esperar sin fatiga los pocos minutos que se separarán cada hora de partida.

Por último, una vía se destacará del grupo general y penetrará en la Exposicion, lo que facilitará, ántes de la apertura y despues de la terminacion de ésta, el embalaje de los objetos frágiles hasta el lugar mismo de su destino.

Se conoce ya aproximadamente el número de las peticiones de admision en la Exposicion Universal formadas por comerciantes é industriales franceses; este número se eleva á más de 34.500. Aún falta advertir que no se han recibido todas las solicitudes de las colonias, y además que se han contado en la Comisaría general como unidades muchos exposiciones colectivas.

En 1867 el número de los expositores se elevaba sólo á 19.000; habrá, pues, una diferencia de unos 15.000 en favor de la Exposicion próxima de 1878.

En vista de tales cifras, las previsiones segun las cuales habian sido calculadas las dimensiones de la Exposicion se encuentran absolutamente ex-