

FERRO CARRILES.**Pendientes y curvas.****I.**

En el año pasado de 1865 el Gobierno francés nombró una comision compuesta de ingenieros y de personas competentes para hacer una informacion general sobre la construccion y la explotacion de los caminos de hierro, oyendo á las compañías concesionarias sobre los diversos puntos y cuestiones que abrazaba el interrogatorio redactado como cuadro al que debia estenderse la informacion. Y como entre los problemas que encierra la construccion y la explotacion de estas vias especiales, ocupan un lugar muy privilegiado por su importancia, los relativos á las pendientes y á las curvas, sobre cuyos puntos, se tienen por algunos ideas exageradas, hemos creido que convenia publicar la parte de la informacion que se refiere á los espresados problemas: con este objeto principiamos por las contestaciones dadas por las Compañías á las preguntas que se les han hecho.

En los caminos de hierro que hayan de construirse, ¿cuál es el máximo que debe admitirse para la inclinacion de las pendientes y rampas?

«*Compañía de Orleans.* Como regla ordinaria parece que no debe excederse del limite de 0,015 á 0,016. Con las pendientes de 0,016 el servicio ofrece ya grandes dificultades.

«*Lion y Mediterráneo.* En los casos de ramales de poca circulacion las pendientes no han de exceder de 0,012 á 0,015, si se quiere que los gastos de explotacion se mantengan dentro de los limites ordinarios.

«*Norte.* No existe un limite máximo, y si
Tomo XII.

la Administracion lo fija, debe reservarse la facultad de traspasarlo.

«*Este.* No es posible contestar á una pregunta hecha de una manera tan general.

Si el tráfico probable de las líneas que se hayan de construir es importante podrá bajarse el limite de las pendientes y de los radios de las curvas.

Si el tráfico probable es de poca consideracion, y el perfil de la línea que se quiera construir es accidentado, no hay solucion posible sin una pérdida considerable de capital.

«*Oeste.* Las pendientes deben estar en relacion con la importancia de la circulacion probable del camino de hierro.

Si la circulacion es muy activa se han de evitar las pendientes superiores á 0,005.

Si por el contrario la circulacion es regular se puede llegar á 0,010; y por último si hay poco tráfico se puede elevar el máximo de las pendientes á 0,015 ó 0,016; y en casos excepcionales á 0,020, 0,025 y aun 0,050.

«*Ardennes.* Es conveniente respetar los limites actuales fijados en los últimos pliegos de condiciones, aunque haya de aplazarse la construccion de algunos ferro-carriles.

«*Mediodia.* Parece que la distribucion de las pendientes y rampas es mas importante que el limite máximo de su inclinacion.»

Fijada la pendiente máxima, ¿cuál es la mayor longitud en que puede establecerse, sin interpolar tramos horizontales, ó pendientes de escasa inclinacion?

«*Compañía de Orleans.* La Compañía se propone que las rampas de 0,050 del Lioran tengan 8,400 metros de longitud en la parte de Murat, y en la parte de Vic 14,500, dividida esta pendiente en dos por un tramo horizontal de 600 metros de largo.

«*Lion y Mediterráneo.* El limite teórico de
Madrid 1.º de Octubre de 1864.

la longitud de las rampas de gran inclinacion está determinado por la condicion de que las locomotoras las puedan recorrer sin haber de detenerse para tomar agua ó carbon. Pero en la práctica no es posible llegar á este limite, y es necesario dividir cuanto sea posible las pendientes fuertes por tramos horizontales, ó por pendientes de pequeña inclinacion

»*Norte.* En general la explotacion ordinaria puede tener lugar con pendientes hasta de 0,015. Con mayores inclinaciones el servicio es difícil, costoso y espuesto á retrasos.

»*Este.* No se puede dar una contestacion general á esta cuestion. Sin embargo en las rampas de los paises de nieblas, ó muy húmedos, conviene establecer descansos de algunos centenares de metros cada 6 ú 8 kilómetros.

»*Oeste.* Cuando la longitud de las rampas es considerable es bueno interrumpirlas con tramos horizontales en los sitios en que se ha de detener el tren, sea para tomar agua ó para el servicio de alguna estacion.

»*Ardennes.* Es conveniente subdividir las rampas de fuerte inclinacion en trozos de 40 kilómetros, separados por tramos horizontales de tres ó cuatrocientos metros al menos.

»*Mediodia.* Seria útil: 1.º Subdividir en trozos de 5 kilómetros las pendientes desde 0,015 en adelante separándolos por tramos horizontales de 200 metros de longitud.

2.º Aumentar la longitud de los tramos horizontales en proporcion á la mayor inclinacion de las pendientes.

¿Cuál es el limite que debe admitirse para las pendientes en los túneles?

»*Compañia de Orleans.* Debe disminuirse la pendiente en los túneles porque la traccion es mas difícil á causa de que la humedad hace patinar las ruedas motrices de las locomotoras; y porque el aire se renueva con menos facilidad: puede adoptarse una diferencia de 2 á 5 milímetros respecto la pendiente del limite.

»*Lion y Mediterráneo.* No puede fijarse una regla constante sobre este punto; sin embargo en ciertos casos no deben admitirse pendientes muy fuertes en los subterráneos.

»*Norte.* Sin que la Compañia haya tenido lugar de conocer este punto por esperiencia, cree que solo deben adoptarse en los túneles pendientes inferiores al limite adoptado para las líneas de que aquellos formen parte.

»*Este.* Este limite ha de depender únicamente de la naturaleza de los terrenos que se atraviesen; de la sequedad relativa en la via; de la orientacion del túnel y de su mayor ó menor ventilacion.

»*Oeste.* Es difícil el fijar en absoluto esta pendiente máxima; esta cuestion debe resolverse en cada caso particular.

»*Ardennes.* En las condiciones mas favorables parece prudente no pasar del limite de 0,005.

»*Mediodia.* Esta cifra debe variar segun el estado de sequedad probable del subterráneo.

¿Cuál es el limite que debe admitirse para las pendientes y rampas en las estaciones?

»*Compañia de Orleans.* Toda pendiente superior á 0,001 es incómoda para las maniobras; con pendientes superiores á 0,0015 puede un viento fuerte hacer marchar los wagones. Salvo el caso de circunstancias escepcionales las estaciones deben situarse en tramos sensiblemente horizontales.

»*Lion y Mediterráneo.* Siempre que sea posible las vías de las estaciones no deben tener una inclinacion mayor de 0,005.

»*Norte.* Importa mucho que las estaciones estén sobre tramos horizontales; sin embargo pueden estos tener una inclinacion de 0,001 y aun la de 0,002.

»*Este.* En la red del Este las estaciones se hallan situadas en tramos horizontales ó en pendientes de 0,002. Lo primero ofrece facilidades incontestables para la explotacion, pero puede exigir grandes gastos.

»*Oeste.* Las estaciones siempre que sea posible deben estar en un tramo horizontal, pues que cualquier pendiente es no sólo incómoda, sino peligrosa, y hace difícil la maniobra de las placas giratorias.

»*Ardennes.* Esta Compañia observa como una regla de buena construccion el colocar las estaciones en tramos horizontales.

»*Mediodía.* Las estaciones deben situarse en tramos horizontales, aunque hayan de forzarse las pendientes anteriores y posteriores.

Dadas las condiciones del material móvil, y los adelantos que en él se han introducido recientemente, ¿cuál es el minimum que puede admitirse para el radio de las curvas de los caminos de hierro?

Compañía de Orleans. El radio mínimo de 500 metros parece conveniente como límite ordinario; y en algun caso escepcional puede reducirse á 480, y aun á 460 metros.

»*Lion y Mediterráneo.* El radio de 480 á 200 metros debe considerarse como un límite extremo, que solo puede admitirse en los pasos muy difíciles.

»*Norte.* Las curvas de un radio inferior á 500 metros ofrecen inconvenientes, si son muy repetidas; dicha cifra es el límite que debe respetarse; pudiendo admitir el radio de 200 metros en casos muy escepcionales.

»*Este.* Se puede adoptar el radio de 200 á 250 metros para los ramales.

»*Oeste.* Es conveniente no admitir un límite inferior al radio de 500 metros: sin embargo en las líneas que tengan poca importancia se puede bajar hasta 200 metros.

»*Ardenes.* El material móvil actual puede recorrer curvas de 200 metros de radio en las estaciones; pero en el resto de la via dicho radio no puede ser menor de 250 metros.

»*Mediodía.* En las estaciones los trenes maniobran sin peligro y sin dificultad en curvas de 250 metros de radio, pero con una velocidad moderada.

Vamos ahora á transcribir las opiniones sobre la máxima inclinacion de las pendientes, y el radio mínimo de las curvas, emitidas por la Junta encargada de llevar á efecto la informacion francesa.

Pendientes y curvas.

Para las pendientes y curvas de los cami-

nos que en lo sucesivo se construyan conviene tolerar y aun admitir en principio condiciones diferentes de las que hasta aqui se han prescrito en los pliegos de condiciones, sobre todo cuando se trate de líneas que hayan de establecerse en terrenos difíciles. El no admitir estas alteraciones seria renunciar á servir diferentes y estensas comarcas. Varios caminos de hierro extranjeros se han establecido ya con sujecion á condiciones que ofrecen mayor latitud para las pendientes: tales son los caminos de hierro de Viena á Trieste, en el cual se ha admitido la pendiente de 0,025, y de Alejandria á Génova en el que se encuentra la de 0,055; teniendo esta rampa la longitud de 10 kilómetros. La experiencia ha demostrado que estas inclinaciones son compatibles con la seguridad de los viajeros, y aun con un buen servicio para mercancías. Tambien se han admitido en estas líneas curvas de un radio mucho menor. De estas dos clases de modificaciones es la mas importante la que se refiere al aumento de las pendientes.

Los representantes de las Compañías han señalado la necesidad de elevar considerablemente el máximo prescrito para las pendientes de las líneas de corto tráfico, en las cuales por consecuencia ha de ser poco importante el producto kilométrico, y se han de procurar por esta misma razon las mayores facilidades para la construcción á fin de disminuir los gastos de primer establecimiento. En las alineaciones rectas, siempre que sea posible, se subdividirán las pendientes separándolas por tramos horizontales. La longitud de las rampas sin dichos tramos horizontales puede en rigor limitarse por la sola condicion de que la locomotora pueda recorrerla sin haber de tomar agua. El camino de Saint-Etienne que tiene pendientes de 0,045, sin tramos horizontales intermedios y con longitudes de mas de 20 kilómetros, por cuyo motivo la traccion no puede hacerse con una sola máquina, es un ejemplo de exageracion y de peligro que debe evitarse.

En los túneles y en las estaciones el límite de las pendientes debe ser mucho menor

que el adoptado para el resto de la línea; y si bien es verdad que en Suiza hay un túnel de corta longitud que tiene una pendiente continua de 0,027, y que en Italia se ha perforado recientemente un subterráneo con una inclinación de 0,025, la prudencia aconseja dar á los túneles inclinaciones mas moderadas.

En las estaciones reconocen las Compañías que aun siendo débiles, las pendientes dan origen á dificultades en la explotacion: nada pues debe omitirse para que en ellas la pendiente sea nula. En el ferro-carril de Saint-Etienne hay estaciones en pendiente de 0,014 y en ellas las maniobras solo pueden ejecutarse con la condicion de que los wagones tengan freno, y con la de ejercer una vigilancia que no siempre hay seguridad de lograr. Las Compañías de las líneas modernas nada han omitido para evitar estos inconvenientes: la de Orleans ha hecho grandes sacrificios para alcanzarlo, rechazando constantemente todo proyecto de estacion que tuviera la mas ligera pendiente: si bien en la actualidad en la línea de Limoges y por via de ensayo establece una estacion con la inclinación de 0,010: dudando, sin embargo, que el ensayo pueda dar resultados satisfactorios. La Compañía del Mediodia ha manifestado á la Comision que se habia visto obligada á suprimir en una estacion de la línea de Bayona á Dax una pendiente de 0,005 á 0,004 porque en algunas ocasiones, y á pesar de ser la inclinación tan moderada el viento por si solo ponía los wagones en movimiento, y en peligro la seguridad de la explotacion.

En cuanto á las curvas los representantes de las Compañías han declarado que en su opinion el radio mínimo de las curvas debería fijarse según lo que la experiencia vaya indicando. Creen que el radio mínimo de 500 metros marcado en los pliegos de condiciones puede considerarse en la actualidad como el tipo mínimo normal, y que no debe reducirse sino en casos muy escepcionales. Es verdad que pueden citarse líneas de otros países que tienen curvas con radios menores de 200 metros; pero se encuentran estas curvas en los caminos des-

tinados á su servicio especial, como el de la explotacion de minas.

La única modificación esencial reclamada por las Compañías es la de que se pueda reducir á 40 metros la longitud de 100 que segun está prevenido ha de haber en línea recta entre dos curvas establecidas en sentido inverso.

Con respecto á las pendientes y curvas que en lo sucesivo hayan de admitirse, la Comision ha fijado su opinion con arreglo á la potencia que las locomotoras tienen hoy. Esta es muy superior á la que podian alcanzar hace diez años: el progreso en este punto ha sido constante como lo atestigua M. Eugenio Flachet individuo de la Sección francesa del Jurado internacional de la Exposicion de 1882 diciendo en su Memoria.

«Los hechos manifiestan un progreso constante y muy patente en lo que se refiere á poner las locomotoras en relacion con las necesidades del tráfico de las diversas líneas de caminos de hierro: este progreso no se determina por la eleccion de un tipo único apropiado en general á todas las condiciones del tráfico. Por el contrario se presentan disposiciones diversas para cada una de las tres clases de locomocion: y sobre todo despues de la última Exposicion la iniciativa en las mejoras se presenta mas atrevida pero mas segura.»

Aumentando la superficie de calefaccion y combinando de una manera mas feliz los diversos órganos de las locomotoras se les ha dado mayor potencia. Hace treinta años algunos ingenieros muy distinguidos creian que no era conveniente admitir pendientes mayores de 0,005, y curvas con radios menores de 500, y aun de 1,000 metros: en la actualidad se ha podido llegar hasta el decuplo de aquel limite en las pendientes, y bajar á una tercera parte el del radio de las curvas.

Con respecto á las pendientes no cree la Comision que sea conveniente el imponer uniformemente reglas fijas. En Francia ha sido ya posible con el material de que disponen las Compañías explotar con regularidad caminos de hierro construidos con pendientes de 0,015 á 0,016, y curvas de un radio menor de 500

metros. La rampa de Saint-Germain-en-Laye llega á 0,054: así mismo en Italia y en Alemania se ha obtenido una explotación satisfactoria con pendientes cuyo límite superior es de 0,055; con una disminución análoga en el radio de las curvas; pudiendo citarse algún caso en que el radio ha bajado hasta 160 metros en lo general de la línea, y á 100 metros en las estaciones.

Nada impediría en la actualidad que las Compañías, auxiliadas por los progresos que constantemente realiza la industria, pudieran hacer un servicio casi normal con pendientes muy superiores á las que como máximas se fijaron en los primeros pliegos de condiciones, y con curvas cuyo radio podría ser menor aun del de 300 metros.

El resultado del camino recientemente construido desde Lion á la Croix-Rousse manifiesta hasta que límite pueden llevarse las pendientes, empleando máquinas fijas con ca-

bles en lugar de las locomotoras.

A juicio de la Comisión las circunstancias especiales de cada caso son las que han de fijar el límite de las pendientes y de los radios de las curvas. La explotación en las líneas de un perfil muy accidentado es muy costosa, y por esto las Compañías, como hasta aquí lo han verificado, harán todo lo posible para que las líneas nuevas se proyecten con pendientes y curvas moderadas, siempre que estas condiciones sean compatibles con el rendimiento que ha de dar el capital que se invierte.

En consecuencia la Comisión es de parecer:

Que pudiendo los progresos de la industria proporcionar diariamente por decirlo así nuevas facilidades para la explotación respecto á pendientes y curvas no se está en el caso de fijar límites absolutos en esta materia.

M.

(Se continuará.)

ANTE-PROYECTOS DEL PLAN GENERAL DE FERRO-CARRILES.

(Continuación.)

RED DEL NORTE.

Núm. 1.

Líneas concedidas ó autorizadas.

Estado actual de la red.

LÍNEAS	LONGITUD. Ks. Ms.	ESTADO ACTUAL.
Madrid á Irún por Avila, Valladolid, Burgos, Vitoria y San Sebastián.	641,103	Se incluye el ramal de unión de las estaciones de Madrid. En explotación, menos en la parte comprendida entre Olazagolía y Beasain.
Medina de Salamanca.	78,410	Concedida.
Medina á Zamora.	89,320	En explotación.
Venta de Baños por Palencia á Santander.	228,241	En explotación de Venta de Baños á Reinosa, y de Bórgenas á Santander. El resto en construcción.
Quintanilla de las Torres á Orbó.	15,014	En construcción.
Miranda á Bilbao.	403,885	En explotación.
Minas de Triano á la Ría de Bilbao.	8,599	En construcción.
LONGITUD TOTAL CONCEDIDA.	1,165,742	de la que hay en explotación 980,492 metros.
<i>Líneas propuestas por la Comisión para completar la red por ahora.</i>		
LÍNEAS	LONGITUD. Ks. Ms.	COSTE PROBABLE Rs. vn.
De la línea de Madrid á Valladolid (Navalperal) á Segovia, con ramal á la Granja.	76,000	208,000.000
Ramal de Santander (Bóo) á Santoña.	40,000	32,000.000
Ramal de unión de Burgos (Estigar) á Alar del Rey.	70,000	48,000.000
TOTALES.	186,000	475,000.000