

da, puesto que la misma cabeza, en su movimiento, le extiende por toda la superficie.

Anteriormente hemos dicho que todas las locomotoras del Norte están dotadas de escape variable de vapor, que, bien manejado, constituye un poderoso recurso para el maquinista. Variando aquél entre grandes límites podría, en ocasiones dadas, presentar su uso inconvenientes; pues si bien el abrirle por completo no los tiene para la buena conservación de la máquina, el cerrarle demasiado puede ocasionarlos grandes, dificultando la salida del vapor de los cilindros y aumentando extraordinariamente el tiro de la chimenea, con gran detrimento de la tubería. Para evitar que los maquinistas puedan abusar, se ha limitado la sección del escape por medio de una virola aplicada á la rosca de la varilla de maniobra.

El cambio de marcha se hacía en las máquinas del Norte por medio de una palanca, que girando en su extremo inferior al rededor de un punto fijo en el bastidor, venía á sujetarse en su medio á un sector fijo y dentado por medio de un pestillo. Este sistema, si bien permite graduar fácilmente la expansión del vapor en los cilindros, en las máquinas mistas, y en las de seis ruedas, y aún hacer en ellas el cambio de marcha, ofrecía en las de mercancías de ocho ruedas, por el excesivo peso del mecanismo de distribución y por las dimensiones mismas de estas máquinas, grandes obstáculos, los cuales se hicieron mayores en el momento en que se aplicó el aparato de contravapor. Sólo un maquinista dotado de una fuerza extraordinaria podía exponerse á hacer un cambio rápido de marcha sin peligro de verse arrastrado por la palanca, ó de que ésta viniese con fuerza á chocar contra él. También, si por una causa cualquiera el pestillo que la sujeta faltase, el peso del mecanismo obrando indefectiblemente sobre ella, además del peligro de herir gravemente al maquinista, que se encuentra constantemente á su lado, ocasionaría un choque que destruiría los órganos de la distribución. Otro inconveniente tenía la disposición á que nos referimos tal como estaba establecida, y es que las entradas del vapor quedaban sujetas á lo que permitían la distancia entre dos dientes del sector, y que para cada cambio era preciso levantar la palanca. Todo esto se ha evitado empleando un sencillo mecanismo, que permite graduar sucesivamente, y sin cambios bruscos, la entrada del vapor en los cilindros, y consiste esencialmente en un tornillo fijo, pero giratorio, alre-

dedor de un eje provisto de un volante, y en una tuerca unida á la palanca, y que avanza ó retrocede arrastrando á ésta, según que se haga girar el volante, y por consiguiente, el tornillo unido á él en uno ú otro sentido. Para poder apreciar la entrada del vapor en el cilindro, ó sea el grado de expansión, hay sobre el tornillo una escala que corresponde á las entalladuras ó dientes del sector de la palanca de cambio de marcha.

Tales son las modificaciones que, aprovechando las lecciones de la experiencia y los adelantos que en la disposición de los diferentes órganos de las locomotoras se han hecho en estos últimos años, ha ido introduciendo sucesivamente la Compañía de los caminos de hierro del Norte en su material de tracción, mejorando así notablemente el servicio á que está destinado.

(Se continuará.)

LOS FERRO-CARRILES ESPAÑOLES.

LÁMINA NÚM. XI.

(Continuación.)

Véase el núm. 3, de 1.º de Febrero de este año.

V.

Dificultades y consiguientes retrasos en la preparación del plano y grabado de la lámina que se acompaña á este artículo, han interrumpido la publicación de estos apuntes sobre nuestros ferrocarriles: cuyo trabajo hoy proseguimos, recordando el artículo que insertamos, como preliminar, en el núm. 3.º de la REVISTA de este año.

Tres grandes líneas son las arterias de primer orden de la red de los ferrocarriles españoles, cuyo centro es Madrid, de donde aquéllas parten; la del Norte, por Valladolid, Burgos y Miranda á Irun; la de Madrid á Barcelona y Francia, por Zaragoza y Lérida; y el ferrocarril de Madrid á Cádiz, por Córdoba y Sevilla: de estas tres grandes líneas se derivan la mayor parte de las que constituyen la red, y que figuran en el primer cuadro del artículo anterior; y como ya en éste se dijo, para las consideraciones que se van á exponer, sólo se toman en cuenta las tres líneas expresadas y las de Venta de Baños á Santander, Palencia á la Coruña, Leon á Gijón. Miranda á Bilbao, Alcazar de San Juan á Alicante, Chinchilla á Cartagena, Venta de la Encina á Valencia, Manzanares á Badajoz, y Córdoba á Málaga.

La lámina que acompaña á este número contie-

ne los perfiles generales, y á grandes trazos, de las líneas que se acaban de enumerar; es dicha lámina un extracto y una reduccion del grupo de perfiles que figuran en el atlas de los ferro-carriles de España, que se formó para la exposicion de Viena por la Junta consultiva de Caminos, Canales y Puertos, y cuyos trabajos estuvieron confiados al cuidado inmediato del celoso y entendido Ayudante D. Juan de Entrambasaguas. La inspeccion ocular de esta lámina da desde luégo idea de los grandes accidentes de nuestro territorio, y de los considerables desniveles que, en trayectos relativamente cortos, han de salvar los caminos de hierro de España. Se ve, efectivamente, que los pasos de las cordilleras se verifican por puertos de altitudes considerables; como el de Guadar-

rama á 1.551 metros sobre el nivel del mar; el de Pajares, en el ferro-carril asturiano, á 1.266 metros; el de Horna, en el de Madrid á Zaragoza, á 1.118; y el de Pozazal, en la linea de Santander, á 980 metros sobre el mar.

La notable elevacion de las cordilleras que surcan el territorio de la Península aparece demostrada tambien por el lugar que ocupan las altitudes de los pasos de los ferro-carriles que las atraviesan, en el cuadro que inserta el eminente Ingeniero Couche, en la última edicion de su obra sobre la Via, el material y la explotacion técnica de los caminos de hierro, cuyo cuadro se ha completado con las cotas de mayor elevacion de las líneas de España.

FERRO-CARRILES.	Alturas sobre el ni- vel del mar. — Metros.	NÚMERO DE ORDEN			
		General	Considerando sólo las líneas de Eu- ropa.	Considerando sólo las líneas de Es- paña.	Considerando sólo las líneas de Es- paña.
Perú. — Cerro de Pasco.	4.331	1	»	»	»
Veracruz á Méjico.	2.450	2	»	»	»
Línea del Pacífico. — Montañas rocosas.	2.440	3	»	»	»
Id. id. — Túnel de Sierra Nevada.	2.147	4	»	»	»
Verona á Innsbruck. — Paso del Brenner.	1.367	5	1	»	»
Chile. — Paso del Copiapo.	1.363	6	»	»	»
Madrid á Irun. — Paso del Guadarrama.	1.331	7	2	1	»
Túnel del Mont-Cenis.	1.295	8	3	»	»
Leon á Gijón. — Túnel de Busdongo.	1.266	9	4	2	»
Murat á Aurillac.	1.152	10	5	»	»
Madrid á Zaragoza. — Túnel de Horna.	1.118	11	6	3	»
Nueva Gales. — Great Western.	1.115	12	»	»	»
Palencia á la Coruña. — Brañuelas.	1.066	13	7	4	»
Neufchatel á Locle. — Túnel de Loges.	1.048	14	8	»	»
Alais á Brioude.	1.029	15	9	»	»
Madrás. — Línea de Bangalen.	1.015	16	»	»	»
Venta de Baños á Santander. — Pozazal.	980	17	10	5	»
Marsella á Gap.	966	18	11	»	»
Mouchard á Neufchatel. — Paso del Jara.	940	19	12	»	»
Alcázar á Alicante. — Paso del Villar.	931	20	13	6	»
Madrid á Irun. — Quintanapalla.	924	21	14	7	»
Línea del Semring.	883	22	15	»	»
Santiago á Valparaíso.	805	23	»	»	»
Baltimore á Ohio.	800	24	»	»	»
Madrid á Cádiz. — Almuradiel.	798	25	16	8	»
Brasil. — San Paulo.	777	26	»	»	»
Madrid á Barcelona. — San Guim.	736	27	17	9	»
Marzanares á Barlojo. — Veredas.	719	28	18	10	»
Palencia á la Coruña. — Pacios.	696	29	19	11	»
Red Noruega.	688	30	20	»	»
Miranda á Bilbao. — Inoso.	684	31	21	12	»
India. — Bhore Ghaut.	618	32	»	»	»
Madrid á Irun. — Otzaurte.	616	33	22	13	»
E-cocia. — Paso de los montes Grapianos.	453	34	23	»	»
Turin á Génova. — Paso de los Apeninos.	361	35	24	»	»

Treinta y cinco líneas constan en el cuadro anterior; sólo seis de éstas se elevan á mayor altura

que el paso del Guadarrama en el ferro-carril del Norte de España; pero si se prescinde de las de

América, quedan veinte y cuatro líneas, y en las diez primeras, por su mayor altura sobre el nivel del mar, están comprendidos cinco pasos de trazados de España; de estos cinco trazados, cuatro miden una altitud mayor de 1.000 metros sobre el nivel del mar; y resulta además, que después del paso del Brenner, el rail del túnel de la Cañada, en la divisoria del Guadarrama, es el más elevado de Europa.

Estas considerables alturas bajan á cotas muy inferiores en cortos trayectos; los perfiles respectivos lo demuestran: ya se ha dicho que el punto más elevado del trazado del ferro carril del Norte en la divisoria del Guadarrama está á 1.551 metros sobre el nivel del mar; á la distancia en línea recta de unos 100 kilómetros, esta misma cota, en el paso del Duero, es de 725 metros; habiéndose de este modo perdido 606 metros de altura. El mismo ferro-carril atraviesa la divisoria entre el Duero y el Ebro en la sierra de la Brújula, por Quintanapalla, con la cota de 924 metros, y á los 75 kilómetros se pasa el Ebro con la de 486; de modo que en dicho trayecto se han de bajar 458 metros. Del túnel de Horna, en la línea de Madrid á Zaragoza, á la estación de Arcos, median 27 kilómetros, también en línea recta, y en esta distancia se han de bajar 294 metros. En el ferro-carril asturiano, el paso de la divisoria por el túnel de Busdongo, en el puerto Pajares, está 1.266 metros sobre el nivel del mar, y la aldea de Puente de los Fierros, que se halla al pié de la cordillera, y que en proyeccion horizontal, y en línea recta, sólo dista unos 10 kilómetros del punto de paso citado, tiene sólo 753 metros de altitud, habiendo de buscarse desarrollo para distribuir los 550 metros de desnivel que tan bruscamente presenta la cordillera. Y, por último, el ferro-carril de Santander, que en Pozazal está á la altitud de 980 metros, en Barcelona, que sólo dista en línea recta unos 25 kilómetros, la cota es de 289. Pero como estos enormes desniveles no se encuentran uniformemente repartidos en las cortas distancias que se han enumerado, las dificultades de los trazados, y la necesidad de las fuertes pendientes es mayor de lo que á primera vista pudiera creerse; porque el terreno presenta grandes escalonados, además de las pendientes que resultan no aprovechadas, á causa del establecimiento de los tramos horizontales de las estaciones, de las grandes obras de arte, y por los trayectos de corta inclinacion que obliga á adoptar la disposicion del

terreno en algunos de los trozos comprendidos en las zonas de las grandes pendientes.

El exámen de los perfiles de las líneas principales, de que se ocupan estas observaciones, hace ver que las que desde Madrid se dirigen al Norte y al Noroeste encuentran mesetas elevadas y cordilleras muy altas, hasta llegar á corta distancia del mar, precipitándose los trazados al litoral, con todos los inconvenientes de haber de perder una gran elevacion en un corto trayecto, como es el que media entre las crestas de la cordillera Pirenaica y el mar Cantábrico. En las direcciones opuestas al Este y al Sur de la península las condiciones expresadas son distintas.

En efecto, el paso del Duero en el ferro-carril del Norte, en medio de las llanadas de Castilla, se verifica con la cota de 725 metros sobre el nivel del mar; elevacion casi igual á la de la divisoria de Sierra Morena, en el de Madrid á Cádiz, cuya altitud es de 798 metros; y á la cuarta parte de la distancia de Madrid al Duero, en la vertiente meridional de la cordillera de Guadarrama, el ferro-carril de Madrid á Cádiz salva el Tajo con la cota de 491 metros. Palencia, que está en la region central de Castilla, y que puede considerarse como la bifurcacion de las líneas que van á Irun, á Santander, á Gijon y á la Coruña, tiene una altitud de 759 metros, la cual en Leon, aún dentro de la misma llanada, llega á 856; y lo contrario sucede á iguales distancias del centro en las líneas de Levante y del Mediodía: en el ferro-carril de Madrid á Barcelona tienen 200 y 152 metros de altitud Zaragoza y Lérida, aunque al dejar la línea la cuenca del Segre para entrar en la del rio Llobregat, sube á la divisoria que los separa, ya bastante cerca del mar, á la altura de 756 metros.

En el ferro-carril de Madrid á Cádiz, Córdoba y Sevilla se elevan sobre el mismo nivel 121 y 8 metros; y en esta region el punto más elevado en que están colocados los rails, es el de Fuente Piedra, en el de Córdoba á Málaga, en el paso de la divisoria del rio Genil y las vertientes al Mediterráneo meridional, cuyo punto tiene la cota de 415 metros, al paso que en el centro de España las cotas de las divisorias llegan, como se ha dicho, á 1.551 metros, y en el Norte á 1.266.

La meseta de Castilla la Nueva que atraviesan las líneas de Valencia, Alicante y Cartagena, se mantiene por Levante más elevada que por el Nordeste y por el Mediodía, encontrándose Albacete al pié de la divisoria, entre el Mediterráneo y el

Océano, á la altitud de 679 metros. De manera, que las mesetas más elevadas de España son las de la vertiente meridional de la cordillera cantábrica; y en el centro de la Península, la de la Mancha, desde la cordillera de Guadarrama hasta la vertiente mediterránea entre los ríos Júcar y Segura.

Pocos países de Europa presentan en tan reducidos espacios desniveles tan considerables; en pocas regiones se encuentran al pié, y á corta distancia de las grandes cordilleras, valles tan profundos, como en varios casos sucede en España; y mucho ménos se verifica que en dos valles opuestos, á uno y otro lado de una misma cordillera, y á una distancia relativamente corta, se encuentren dos ríos de los principales de la Península, cuyas cotas sobre el nivel del mar se diferencien en más de 250 metros. La indicación de estas circunstancias hace presentir las dificultades que en este país ha de haber ofrecido el establecimiento de los caminos de hierro.

El estudio especial de cada línea de las que se van á examinar hará ver con más detalles lo que acaba de indicarse, y para esto se comparan los desniveles absolutos en cada trozo ó sección en que las líneas se dividen por los accidentes más notables del terreno, con las distancias en línea recta que separan los puntos singulares de los trazados, medidas aquéllas sobre los planos de los proyectos, y sobre las cartas del territorio; único medio de obtener estos datos con la suficiente exactitud para el objeto que tienen estos apuntes, que no es otro que el de demostrar á los que no han tenido ocasión de recorrer nuestra península, cuán grandes son los accidentes que presenta su topografía, y cuánta es la importancia de las dificultades que se oponen al establecimiento de los trazados con pendientes suaves, sin adoptar obras considerables y de gran coste; siendo, al contrario, común á casi todas las líneas de nuestra red el empleo de pendientes de crecida inclinación. En efecto, prescindiendo de hacer mérito de rasantes aisladas más ó ménos motivadas por los accidentes del terreno, pueden citarse desde luego, como línea de pendientes fuertes, la sección de Pozazal á Bárcena, con inclinación de 20 milésimas en la de Santander; la misma pendiente, entre Brañuelas y Ponserrada, en el puerto de Manzanal; y entre Quiroga y Lugo, ambas en el ferro-carril de Palencia á la Coruña; la sección de S. Guim á Manresa, en el de Madrid á Zaragoza y Barcelona; la de Granollers á Centellas, en el de S. Juan de las

Abadesas; la bajada del puerto de Pajares hasta Pola de Lena, en el de Leon á Gijón; en la línea de Mérida á Sevilla se han adoptado pendientes de 27 milésimas; y en los proyectos estudiados, la línea de Béjar á Mérida, en la cual se han adoptado pendientes de 20 y 27 milésimas. Al describir cada una de las líneas, se procurará presentar estas circunstancias con mayor detalle.

M.

(Se continuará.)

FERRO-CARRILES DE PENDIENTES FUERTES.

NOTICIA DE UN PROYECTO DE FERRO-CARRIL Á TRAVÉS DE LOS ALPES POR EL SIMPLON.

El establecimiento de los caminos de hierro ha encontrado dos clases de obstáculos naturales, que desde hace muchos años han sido el objeto constante de numerosos estudios é importantes trabajos. Uno de ellos, el paso de los cursos de agua, se ha vencido, como nadie ignora, por la construcción de vigas de hierro de considerable longitud, que salvan grandes luces, y por el empleo de las fundaciones tubulares, llevadas á extraordinarias profundidades por medio del aire comprimido.

No ha sido tan fácil, ni tan perfectamente resuelto el problema del paso de las grandes cadenas de montañas, que es el otro obstáculo á que nos hemos referido. Para resolver la cuestión se presentan dos soluciones; una verdaderamente teórica y la más perfecta que estriba en el empleo de pendientes suaves y de curvas de gran radio: indudablemente, considerada sólo bajo el punto de vista de la perfección técnica, sería esta solución la mejor, pero da por resultado, en la inmensa mayoría de los casos, un trazado irrealizable.

El más grave inconveniente de esta primera solución, es la construcción de largos túneles, que, á pesar de la invención y aplicación de ingeniosas máquinas, continúa siendo difícil, de larga duración y crecidos gastos. La solución, en definitiva, es de tan costosa aplicación y de resultados tan inciertos, que únicamente ha podido llevarse á cabo como regla general con la intervención directa de los gobiernos interesados.

La segunda solución es la de las fuertes pendientes y curvas de pequeño radio, exagerando casi siempre ménos en este sentido que en el de las pendientes: sacrificando algo de las buenas

PERFILES DE LOS PRINCIPALES FERRO-CARRILES DE ESPAÑA.

SIGNOS.

- Madrid à Cadix
- Alcazar à Alicante
- Chinchilla à Cartagena
- La Encina à Valencia
- Manzanares à Badajoz
- Córdoba à Málaga

SIGNOS.

- Madrid à Irún
- Madrid à Barcelona
- Baños à Santander
- Palencia à la Coruña
- León à Gijón
- Miranda à Bilbao

Escala para las horizontales 1 por 2.000.000

Escala para las verticales 1 por 10.000.

