FERROCARRIL DE LEON Á GIJON.

IMPUGNACION

DEL

PROYECTO DE CAMBIO DE TRAZADO

ATRIBUIDO Á LA EMPRESA CONCESIONARIA

EN LA BAJADA DEL PUERTO DE PAJARES.

HOMENAJE Á LA OPINION DE ASTÚRIAS

POR UNO DE TANTOS.

MADRID:

IMPRENTA DE FORTANET,

CALLE DE LA LIBERTAD, NÚM. 29.

1880.

VARIACION DE TRAZADO

EN LA

BAJADA DEL PUERTO DE PAJARES.

F.20

FERROCARRIL DE LEON Á GIJON.

IMPUGNACION

DEL

PROYECTO DE CAMBIO DE TRAZADO

ATRIBUIDO Á LA EMPRESA CONCESIONARIA

EN LA BAJADA DEL PUERTO DE PAJARES.

1-F-45185

MAXIMO FUERTES
BIBLIOTECA
PROPIEDAD

MADRID:
IMPRENTA DE FORTANET,
CALLE DE LA LIBERTAD, NÚM. 29.
1880.

R. 1863

INTRODUCCION.

No somos la ciencia: somos vecinos de ella; y sin alardear de su contacto más que pueda hacerlo un rústico, de vivir en casa de un sabio, venimos á deponer, honradamente, lo que nos consta en la causa que, ante la opinion pública, bastardos intereses han promovido á la vecina. Tiene ésta muchos hijos, gentiles y arrogantes todos, pero algunos de ellos, no siempre, bien entretenidos; gente despierta y moza, *los adelantos de la ciencia* suelen no reparar mucho para escoger sus amistades, con que dan á su madre no flojos disgustos, y por maravilla se les ve, á las veces, asociados á los verdaderos amigos de ella, que por otra parte, son modestos y contrarios á toda clase de ostentacion. La hinchada gravedad de un prócer vácuo, la gárrula charlatanería de un farsante callejero, las frases mal comprendidas de extraño idioma, toda inopia brillante y extraordinaria, es el acompañamiento forzado de estos hijos pródigos que se olvidan ó equivocan las lecciones de su madre.

En la ocasion presente, sin contar con el consejo de nadie, algunos de ellos se han ido de máscara á las montañas de Astu-

rias, en compañía de aventureros gallardos y lozanos: y suponiendo que su madre no habria de saberlo, porque está muy léjos de aquella tierra, se entretienen en recorrer aquellos valles guiados por un ciego que se llama *Tachímetro*, propalando contra la pobre señora las más atroces calumnias, impropias de verdaderos hijos. El silencio de los que saben la verdad, en estos casos, es la condenacion anticipada del inocente; y nosotros que hemos oido muchas veces las conversaciones de la vecina, que hemos participado de sus dolores, al dar á luz alguno de estos mismos hijos que, torpemente, se vuelven en su daño, queremos hacer oir nuestra voz, humilde y poco autorizada, para eximirnos de la befa de los extraños y no participar de la vergüenza de los propios, si desgraciadamente, por debilidad y complacencia de sus hijos, ó por el imperio de fuerzas que todo lo avasallan, ha de ser la *verdad*, que es la ciencia, desconocida y ultrajada.

La opinion y el deseo de una importantísima comarca están elocuente y repetidamente manifestados; ante el tribunal del tiempo emplazamos á los que tienen en su mano la direccion de sus destinos.

R.

Madrid 1.º de Julio de 1880.

CONSIDERACIONES GENERALES.

Con escaso acierto y á deshora, se ha suscitado, por la novísima Compañía que ha tomado á su cargo la construccion y explotacion de los caminos de hierro, que se han hecho harto famosos, bajo la denominacion del Noroeste, la cuestion de la inclinacion que conviene dar á las rasantes de las vías férreas, cuando la locomotora ha de atravesar terrenos accidentados que den lugar á gastos considerables para el establecimiento de dichas vías: cuestion complicadísima y compleja, que si por las necesidades económicas, en relacion con las exigencias industriales ó mercantiles de los pueblos, se impone, de tarde en tarde, constituyendo un problema temeroso, es de todo punto temeraria, en épocas de pacífico y conveniente desarrollo de las soluciones, de comun acuerdo aceptadas desde muy antiguo, y en circunstancias en que ninguna conveniencia legítima la provoca, ni el interés público la consiente.

Nuestra primera red de ferrocarriles, cuyo completo planteamiento se halla muy adelantado, obedeció desde luégo á las prescripciones que se establecieron en el plie-

go de condiciones generales de 31 de Diciembre de 1844, con sujecion á los principios desenvueltos en el admirable informe de 2 de Noviembre anterior, honra y gloria del Cuerpo á que pertenecian los ilustres Ingenieros que lo suscribieron, ya perdidos, á excepcion de uno solo, que aún lo presta dignamente, para el servicio público y para el bien de la patria. ¡Ah! Si el Gobierno hubiera aceptado plenamente las conclusiones de aquel luminosísimo trabajo ¡cuántas complicaciones y disgustos se hubieran evitado en el desarrollo laborioso de nuestro problema de los caminos de hierro y cuán distinto sería entre nosotros el estado de esta industria, libre de los yerros que en otras partes se habian cometido! Aquellos ilustres Ingenieros, no sólo conocian los males que el abandono de ciertas precauciones habia ocasionado en el exterior, sino que temian, con razon, las exageraciones propias de nuestro carácter, y quisieron sujetar, en cierto modo, las atribuciones del poder gubernativo, en cuanto á la forma y términos de las concesiones que, en lo sucesivo, se debieran otorgar. No cumple á nuestro propósito analizar una por una las prudentes precauciones consignadas en aquel documento; sólo fijaremos nuestra atencion en dos de las principales, que dan acabada prueba de la prevision de sus autores. Es una de ellas la supresion absoluta de las que se llamaban entónces *concesiones provisionales*, estableciendo las formalidades que deberian llenar los solicitantes de concesiones, ántes de obtener éstas en ninguna forma. Así se consignó en el artículo 1.° de la Real órden de la citada fecha, pero el Gobierno agregó un artículo 3.° con que previno ciertos casos en los que podrian dispensarse aquellas formalidades, por un plazo de diez y ocho me-

ses, durante los cuales se reservaba al suscritor de una propuesta, la preferencia sobre otras propuestas que se refirieran al mismo asunto. «Con este solo artículo, dice una autoridad irrecusable sobre la materia, inutilizó el Gobierno todas las buenas condiciones de la legislacion general que se proponia, abriendo incautamente la puerta al ágio y dirigiendo los capitales, no á una especulacion lenta y segura, sino á las especuluciones rápidas é improductivas para el país, ágios y manejos reprobados, pudiendo asegurarse que la mayor parte de las peticiones de concesiones, iban tan sólo en busca de una prima.»—No bajaron de treinta las peticiones de concesion dirigidas al Gobierno en 1845 y 1846, sobre que no recayó resolucion, y las que la obtuvieron dieron en gran parte lugar á los conocidos sucesos de 1853, y á las trascendentales resoluciones de las Córtes Constituyentes de 1854 á 1856, quedando de este modo harto justificada la prevision de los ilustres Ingenieros, cuyos consejos sólo á medias fueron atendidos.

Creyeron tambien éstos que entre las condiciones de cada concesion, deberia incluirse, de una manera taxativa y determinada, todo aquello que tiene relacion con los dos elementos principales de toda concesion de caminos de hierro, y liga de una manera invariable los intereses de la Empresa concesionaria con los del público, en cuyo servicio adquiere aquel carácter. Son aquellos elementos, los dos de construccion y explotacion, y se consigue este objeto, por medio de las tarifas; así, en aquel pliego de condiciones se fijaba, por medio de su artículo 6.°, el ancho de la vía, el de la entrevía, la latitud de las obras, segun las diversas circunstancias en que pudiera hallarse; por el artículo 7.° se

establecia que las pendientes no pudieran pasar, por regla general, del 1 por 100; y en el artículo 8.° se expresaba que las alineaciones rectas no podrian unirse por curvas cuyo radio bajase de 1.000 piés, manifestando la conveniencia de que áun esto tuviera lugar en tramos horizontales; y á todo esto acompañaba la tarifa de los precios máximos que podrian cobrarse por el trasporte de toda clase de mercancías en cada ferrocarril, advirtiendo que, como se deduce del texto, y era natural, se dejaba al Gobierno una prudente intervencion, para modificar ciertas cláusulas de los artículos citados, que no alterasen la esencia de cada concesion. Este pliego de condiciones, andando el tiempo, fué modificado, publicándose en 15 de Febrero de 1856, el que actualmente rige, y en el que se conservan y se detallan más las obligaciones que el concesionario contrae respecto del ancho de la vía y de las obras, segun los casos en que aquélla haya de establecerse en terraplen, ó en desmonte, en subterráneo ó sobre una fábrica cualquiera: se conserva la obligacion de encerrar dentro de un máximo, impuesto por el Gobierno, la exaccion del precio de trasporte: pero desaparece toda prevencion concreta respecto del límite de las pendientes y el radio de las curvas.

Harto comprendemos las razones de conveniencia que obligaron á quitar una limitacion concreta, de una disposicion que tenía carácter general, es decir, que llevaba consigo la prohibicion de que en lo sucesivo se aprobase ningun proyecto de ferrocarril, cuyas pendientes excediesen del límite expresado. Léjos de eso, opinamos que sobre este punto, la Administracion debe tener una completa libertad de accion, para aprovecharse de los pro-

gresos de la ciencia en beneficio de los intereses que le están encomendados, y por lo tanto, debió suprimirse aquella parte del antiguo pliego general de condiciones, que pudiera ponerle alguna traba en ese camino. Los mismos autores del informe aludido, al proponer los límites expresados salían un tanto de lo que entónces era natural y corriente, en la seguridad de que los adelantos de la ciencia, habrian de confirmar bien pronto, como sucedió en efecto, sus progresivas previsiones; y bueno es que se sepa, que diez ó doce años despues, la legislacion francesa no autorizaba límite más extenso que el que habian propuesto los ingenieros españoles. Pero el pliego de condiciones generales, que como disposicion general debe tener esa latitud, despues que se aplica á cada Empresa, pierde ese carácter: entra á formar parte del contrato, y el límite máximo de las pendientes y el mínimo del radio de las curvas, deberia estar consignado para cada caso, con la misma fuerza obligatoria que lo está el ancho de la vía, las dimensiones de las obras y las prevenciones de la tarifa, elementos todos que influyen de una manera decisiva en la cosa contratada. El Gobierno tiene, debe tener, completa libertad para fijar las condiciones de cada concesion; pero, despues de adjudicada ésta, mediante la tramitacion que la ley exige, el Gobierno no puede dispensar á la Empresa, por sí, del cumplimiento de una condicion tan esencial del contrato, como son las que se refieren al límite de las pendientes y al radio de las curvas, por la especiosa razon de que esta limitacion no existe en el pliego de condiciones generales; existe en los planos y los perfiles del proyecto que sirvió de base á la pública subasta, por cuya virtud la concesion fué otorgada, y

cuyo resultado pudo haber sido muy diferente, si se conociera el estado de cosas que al de aquella fecha se trata de sustituir. El riesgo de que así pueda pretenderse, justifica, una vez más, la prevision de los ilustrados autores del informe á que nos hemos referido; más sencillo, más seguro, era haber conservado en el pliego general de condiciones la expresion de los límites aludidos, áun cuando progresiva y sucesivamente se fuese alterando á medida que los adelantos de la ciencia lo acreditasen necesario, que suprimirla totalmente, dando entrada á pretensiones que jamás pudieron estar en el ánimo del legislador, y cuando las exageraciones de nuestro carácter pueden llevar aquéllas á un punto verdaderamente fabuloso como en la presente ocasion se intenta, con perjuicio de los intereses que la Compañía concesionaria de los ferrocarriles de Asturias, Galicia y Leon tiene el deber de respetar y favorecer.

BREVE RESEÑA

DE LAS CONDICIONES TÉCNICAS EN QUE SE HAN ESTABLECIDO LOS PRINCIPALES FERROCARRILES DE ESPAÑA.

En todo caso, la marcha de todos nuestros Gobiernos y la práctica constantemente seguida con todas las empresas que han llevado á cabo la que podemos llamar primera red de nuestros ferrocarriles, abona la conducta de prudencia que recomendamos, y la mesura con que se ha procedido (eficaz garantía y segura prenda, del acierto con que habrán de proceder en el presente caso,

los altos cuerpos, guardadores de las buenas doctrinas, en estos asuntos) constituye un precedente honroso que con satisfaccion podemos mostrar ante otras naciones que han procedido con ménos cautela. Registrando ligeramente las condiciones técnicas en que se han establecido nuestras líneas más importantes, se observa que todas ellas se encerraron en los límites primitivos, con levísimas excepciones, miéntras no se trató de salvar la cordillera pirenáica, por las líneas de Madrid á Irun, de Tudela á Bilbao, de Alar á Santander, de Ponferrada á la Coruña y de Leon á Gijon. Toca la gloria, porque realmente la hay en dar un paso tan avanzado, como seguro, en el progreso de los intereses materiales del país, á la Empresa del ferrocarril del Norte, de haber sido la primera en adoptar como límite de las pendientes, en secciones importantes, para el trazado de su línea, no sólo en la cordillera expresada, sino en la divisoria del Tajo y Duero el de 15 milésimas, tipo racional en que por igual debe aplaudirse, el arrojo con que se buscó la solucion de un gran problema en los adelantos de la ciencia, y la prudencia con que se resistió á la fuerte tentacion de más atrevidos empeños. Todas las demás líneas que hemos nombrado, fueron estudiadas dentro del expresado límite que no se alcanzó en la bajada de Orduña, y de que no se pasó en los puertos de Brañuelas y de Pajares. Aun en aquellas otras líneas que, por razon de los menores accidentes del terreno sobre que tenian que desarrollarse, podian encerrarse con toda comodidad dentro del antiguo límite, se emplearon con mucho provecho rasantes de más ó ménos extension que se aproximaban al nuevo límite, bien pronto consagrado por la experiencia, de casi todas las explotaciones de España.

En la línea de Madrid á Alicante, las pendientes de la primera seccion, que termina en Almansa, no llegan á 10 milésimas; pero la mitad de la extension comprendida entre este punto y Alicante, ya las cuenta superiores á este límite, y en una longitud de 2.368 metros aquella inclinacion llega á 15,8 milésimas por metro. Las curvas de toda la línea tienen radios superiores á 600 metros. De Almansa á Valencia se emplearon varias rasantes de 10 á 15,5 milésimas, siendo la más larga de 7.600 metros, con 12 milésimas de inclinacion, y con el mismo mínimo radio de curvas que expresado queda. La línea de Madrid á Zaragoza, en la travesía de la divisoria de las cuencas del Tajo y Ebro, cuenta 22 kilómetros en que las pendientes varían de 10 á 15 milésimas, siendo la mayor rasante de 14,50 en 4.282 metros. En las mismas condiciones, con cortísima diferencia, se halla la línea de Zaragoza á Pamplona y Alsásua. La línea de Albacete á Cartagena tiene una extension muy considerable en que las pendientes pasan de 10 milésimas, pero no exceden de 13, que reinan en longitud de 13.500 metros; y las curvas, como en casi todas las líneas de la region de Levante, no bajan á ménos de 600 metros de radio. De Ciudad-Real á Badajoz hay tambien pendientes de 15 milésimas en considerable extension, aunque en rasantes cortas, pues que la mayor no pasa de 4.000 metros, y lo mismo sucede entre Córdoba y Málaga, en que las rasantes de 15 milésimas componen una longitud de 16.700 metros. Otro tanto hay que decir de la línea de Manzanares á Córdoba, en el trozo comprendido entre las Ventas de Cárdenas y Vilches. Las líneas de Barcelona á Valencia y de Lérida á Tarragona conservan el mismo límite; la mayor rasante en la primera tiene 8.400

metros, y no pasa de 13 milésimas; pero, en cambio, presenta la segunda una rasante de 16 milésimas en 1.800 metros de longitud. Compréndese que esta alteracion de la regla general podia tener muy poca importancia, por la pequeña longitud en que se aumentaba la pendiente, y bien podria pasar desapercibida, si no correspondiese á la exactitud con que deben formarse las noticias estadísticas, dar cuenta de todos estos detalles. Por la misma razon, debemos señalar una rasante de 450 metros de longitud, del pequeño camino de Barcelona á Sarriá, en que la pendiente se eleva á 23 milésimas, y por su pequeñez, jamás ha ofrecido dificultad alguna á la activa explotacion de este camino.

Vése, pues, que—con una sola excepcion—en que nos ocuparemos más adelante, cuantas líneas ó secciones de ellas se proyectaron y entregaron al tránsito hasta el año de 1865, se encerraron en los límites de 15 milésimas para la inclinacion de las pendientes y 300 metros para el radio de las curvas, sin que jamás se hayan visto traspasados, por más que desde el año de 1856 no figurase como obligatorio límite alguno señalado por el pliego de condiciones generales para la concesion de esta clase de vías de comunicacion; y en este período alcanzó la construccion de ferrocarriles el mayor progreso entre nosotros. No llegaba á 7.000 kilómetros la extension total de las concesiones autorizadas en aquella fecha, y se elevaban á muy cerca de 5.000 kilómetros los que estaban entregados á la explotacion; y con este dato quedará sentado que la casi totalidad de nuestra red se encontrará en las condiciones de pendientes y curvatura que quedan referidas. Asimismo se comprueba la prudente parsimonia con que se ha procedido por los altos po-

deres del Estado en otorgar concesiones especiales sobre tan delicada materia, dado que hayan sido solicitadas, lo que no nos consta, ni nos sentimos inclinados á creer, porque domiciliadas, por punto general, entre nosotros las Sociedades que han llevado á cabo las obras de nuestra red, é interesándoles establecer ésta en condiciones de estabilidad, han tenido el buen juicio de no pretender innovaciones peligrosas, siendo para todos una fortuna que no haya necesidad de proceder á reformas y correcciones de los trazados, como sucede en países más adelantados que el nuestro.

Siguiendo un movimiento progresivo la construccion de nuestras líneas, se llegó á tropezar con las mayores dificultades en las que habian quedado rezagadas, al mismo tiempo que se advertia la falta del concurso de capitales extranjeros para estas obras, por efecto sin duda de que no era muy satisfactorio el resultado obtenido por la multitud de obligaciones de aquella procedencia que, casi en su totalidad, habian suministrado los cuantiosos recursos que absorbieron los ferrocarriles primeramente construidos. De aquí surgió la necesidad de examinar si podrian alterarse los límites de pendientes hasta entónces admitidos, porque esta modificacion podria introducir alguna ventaja en el coste de las obras de cada línea, aunque sólo fuera en la reduccion del desarrollo de éstas, consiguiente al aumento de la inclinacion aludida; y este pensamiento tomó forma importantísima en el proyecto de la seccion de Reinosa á Bárcena, de la línea de Alar del Rey á Santander, seccion que constituia una laguna muy sensible en una línea cuyo tráfico de dia en dia aumentaba prodigiosamente. En este trabajo no se creyó conveniente disminuir el radio de las

curvas; pero se propuso la elevacion á 20 milésimas del límite de las pendientes que hubieran de emplearse en la seccion expresada. El proyecto fué aprobado, despues de una luminosa discusion, y las obras se ejecutaron con arreglo á la traza que se ve representada en la figura 1.ª por su proyeccion horizontal. Por lo que toca al trazado vertical, diremos que entre los puntos extremos existe una diferencia de nivel de 559 metros, que repartida en un desarrollo de 34 kilómetros, arroja una inclinacion media de 0m,014 por metro. Entre los postes kilométricos 68 y 83 hay un desnivel de 250 metros, y, por lo tanto, el trazado lo salva con una pendiente de 0m,017 por término medio. Las rasantes en que se emplea la mayor pendiente son: una de 0m,020 en 5.000 metros; otra de 0m,0195 en 2.500 metros; otra de la misma inclinacion en 7.718; otra igual en 2.639, y otra de 0m,018 en 3.647 metros; es decir, que en junto, se aproximan á 21.600 metros las extensiones reunidas en que la pendiente se acerca al límite propuesto. Las obras fueron ejecutadas con bastante rapidez, y desde el año de 1866 se explota con notable regularidad toda la línea.

Este ejemplo debió animar á las Empresas que se hallaban en análogas condiciones á proceder al estudio de modificaciones de trazado, para colocarse en situacion relativamente ventajosa, y con objeto de dar el mejor empleo á sus recursos, ya que para el servicio público se contaba con la consagracion de la experiencia. Ciertamente, ésta databa entre nosotros de más antigua fecha, constituyendo el camino de Alar la sancion de anteriores actos. En la línea de Zaragoza á Barcelona, cuya concesion se remonta á los primeros tiempos de la historia de esta industria entre nosotros, pues que data del año 1852,

y cuya última seccion se abrió á la explotacion diez años más tarde, no sólo existen en gran número las rasantes de inclinacion superior á 10 milésimas, sino que en casi toda la seccion comprendida entre Cervera y Tarrasa, para salvar la divisoria de los rios Segre y Llobregat, hay una extension considerable en que las pendientes pasan de 0^m,015 y llegan á 0^m,021 por metro. En más de 62 kilómetros las rasantes pasan de aquel tipo, llegando á 0^m,020, y hay una que alcanza este último en longitud de 3.550 metros; debiendo advertir que las curvas no bajan de 300 metros de radio. La explotacion de esta línea dió lugar á muchas preocupaciones en algun tiempo; pero hoy se realiza con toda regularidad por la Empresa que recientemente la tiene á su cargo. No era mucho, pues, el dar carta de naturaleza y generalizar con los caracteres de autorizacion legal un hecho que en semejantes antecedentes propios podia fundarse; la adopcion, por otra parte, de este límite era un progreso suficiente, atendidas las condiciones en que todos nuestros caminos habian sido establecidos, y aún creemos que hoy no se puede exceder, sin riesgo, al ménos para las líneas que constituyen nuestra primitiva red.

Este límite recibió una consagracion en la órden de la Regencia de 7 de Febrero de 1870, en que, refiriéndose á la rebaja que en el importe de subvencion deberia aplicarse á los ferrocarriles que fueron objeto de la ley de auxilios de 18 de Octubre de 1869, cuando con la debida autorizacion se introdujesen por las Empresas respectivas *modificaciones que no alterasen las condiciones económicas de la explotacion*, segun la misma ley prevenia, se establece una diferencia entre los casos en que, con aquéllas, se excediese de los límites de 0^m,020 para la

inclinacion de las pendientes ó se bajase de 300 metros el radio de las curvas, y los en que no se pasase de tales límites, pues en éste no se variarian nada las condiciones que para el percibo de la subvencion se hallaban establecidas, y sólo se aplicarian las nuevamente estipuladas en el artículo 8.° de dicha ley, cuando dichos límites fuesen transgredidos. No cabe, pues, duda en que—por lo ménos—para lo que á los ferrocarriles del Noroeste se refiere, hay perfecta libertad para llegar con las modificaciones de trazado á los límites aludidos, como hay tambien una limitacion legal de que, por efecto de ella, no se han de alterar en modo alguno las *condiciones económicas* de la explotacion.

Esta ligera relacion demuestra que, hasta el momento presente, se ha reconocido en los ferrocarriles españoles la conveniencia de no pasar, por punto general, en su establecimiento de inclinaciones superiores á $0^{m},015$ considerándose como límite á que no se debe llegar el de $0^{m},020$, que efectivamente sólo se ha empleado en casos muy excepcionales; y esto no obsta para que en los proyectos de todas nuestras líneas se hayan introducido notables y numerosas modificaciones; pero por punto general éstas han tenido por objeto dirigir las líneas por distintos puntos de los que recorria su trazado, por razones de conveniencia de las localidades, ó por aprovechar condiciones más ventajosas para la construccion; pero, al pretenderlas, se conservaban siempre las condiciones técnicas impuestas por la Administracion para el radio de las curvas y el máximo de las pendientes.

De esto ofrecen numerosos ejemplos todas las líneas de nuestra red; pero más abundantes acaso que ninguna

otra las que componen el grupo del Noroeste, como es consiguiente á lo accidentado del terreno que recorren. Desde luégo, entre Leon y el puerto de Brañuelas, seccion correspondiente á la concesion de Palencia á Ponferrada, se introdujo una variacion radicalísima de trazado, con objeto de que la vía férrea pasase por Astorga, poblacion importante, que en el proyecto aprobado quedaba abandonada; pero para satisfacer esta necesidad justísima, que con un empeño que honra su memoria, gestionó el ilustre representante de aquel distrito, Sr. D. Modesto Lafuente, por nadie se pensó en alterar las condiciones técnicas aludidas.—La bajada del puerto de Brañuelas al Vierzo fué objeto de largos estudios, y por consecuencia de ellos el proyecto oficial sufrió trasformacion profunda, sin que aquellos límites fuesen afectados.—Numerosas han sido las variaciones de poca importancia en la línea de Ponferrada á la Coruña; y en cuanto á la de Leon á Gijon, se puede decir que por completo ha desaparecido la traza oficial, si se compara con la que hoy existe aprobada ó construida. Desde luégo, el trazado actual y los que puedan idearse para la bajada del puerto de Pajares, hasta la estacion de Mieres, recorren y han de estar contenidos dentro de la cuenca del rio Lena, por la variacion que lo alejó de los valles de Aller, torciendo su rumbo en la entrada del túnel de Felgueras; el túnel del Padrun y las gargantas del rio Nalon, en Soto de Rey, sustituyendo á las estrechas hoces de Baiña; el paso de Oviedo, por el Fresno y Pumarin, sustituyendo al de Santo Domingo y Abuli; los de Serin y de Aboño, son numerosos testimonios de este hecho incontrastable: que en todas nuestras líneas férreas se han introducido, debidamente autorizadas, nu-

merosas variaciones de los proyectos aprobados; pero tambien atestiguan que en ninguna de ellas, ni por pretexto de ellas, se han salido las empresas de los límites técnicos que para las curvas y pendientes han fijado las condiciones de sus respectivas concesiones.—Es, por lo tanto, inusitado y está fuera de todos los precedentes que invocarse suelen, cuando no hay mejores razones que los justifiquen, el caso de la modificacion del trazado que la Empresa concesionaria de los ferrocarriles de Astúrias, Galicia y Leon intenta introducir en la travesía del puerto de Pajares, línea de Leon á Gijon, adoptando la pendiente constante de 3½ por 100, ó sea de 0^{m},035 por metro, y reduciendo aún más el ya demasiado reducido radio de 300 metros que casi todas las curvas tienen.

LIGERA DESCRIPCION DEL PROYECTO APROBADO.

Vamos á dar una idea de las condiciones en que el trazado que se medita podrá encontrarse para que de su excepcionalidad puedan hacerse cargo las personas que quieran estudiar esta cuestion, al mismo tiempo que hacemos conocer la disposicion general del que se halla aprobado; y comparando despues uno y otro con los trazados de los caminos de hierro más notables de Europa y América y áun de las Indias, cualquiera comprenderá la importancia de la obra con que se quiere honrar á la

modestísima provincia de Oviedo, que de llevarse á cabo por la manera que se indica, bien puede asegurarse que la colocaria á la cabeza de los adelantos asombrosos que la ciencia ha realizado en este importantísimo ramo de la industria moderna.

Entre el collado, actual paso del puerto de Pajares, llamado de la Perruca, y la rasante horizontal de la estacion de la Veguellina, en las cercanías del Puente de los Fierros, hay una diferencia de nivel de 920 metros; y como la distancia que separa estos puntos, en línea recta, es de poco más de nueve kilómetros, resulta que si fuera posible establecer un plano inclinado en estas condiciones, la inclinacion de la rasante que para transitar por él habrian de recorrer los vehículos sería de 10 por 100, ó sea de 100 milésimas por metro. Esta obra sería una maravilla, y aunque de tan fácil concepcion, seguro es que la Compañía concesionaria de estos ferrocarriles no la cuenta entre las que los adelantos de la ciencia moderna permiten llevar á cabo.—Si en lugar de imaginar esa línea de pendiente media y uniforme por el aire, se tratase de establecer otra línea más modesta de pendiente media, apoyada en la ladera por donde baja la carretera, siguiendo sus pliegues é inflexiones, contorneando sus lomas y faldeando sus barrancos, podria llegarse á obtener un desarrollo de 14 á 15 kilómetros entre los expresados puntos, de manera que un trazado de 6,50 por 100, ó sea de 65 milésimas por metro, representaria la menor distancia que real y verdaderamente separa dichos puntos. Aunque no tan notable como la anterior, todavía esta obra ofreceria caracteres de novedad y valentía tales, que, ciertamente, la Com-

pañía aludida, puesto que posea en grado sumo el noble afan de apropiarse los adelantos de la ciencia en provecho de la idea que su razon social representa, tampoco pensamos que se atreverá á plantear. Pero estas concepciones abstractas, ya que no sirvan para otra cosa, nos proporcionan el medio fácil de hacer comprender, sin planes ni estudios previos, á nuestros lectores, un principio comun á todos los trazados que sobre la ladera derecha de la cuenca del Pajares puedan idearse para unir los puntos extremos que hemos relacionado, con pendientes menores de la del 6,50 por 100, que hemos deducido; y aquél es, que dichos trazados tendrán que ofrecer, forzosamente, dos vueltas sobre sí, ó sean dos retrocesos (y no decimos puntos de retroceso), pues que si se comienza á trazar bajando desde el collado de Pajares á una pendiente cualquiera, inferior á la expresada, y desde la Veguellina subiendo con la misma, estos trazados marcharán paralelos y no se encontrarán nunca, si no se establece un tramo intermedio con la misma pendiente, pero en sentido contrario, que constituirá la rama intermedia de la inmensa Z, que el trazado así compuesto ha de presentar. Importa fijarse en esta consideracion, porque ella explica la estructura general de cuantas líneas se quieran proyectar para la bajada de Pajares, inclusa la que la Compañía se propone estudiar, y acaso á estas horas haya tocado las consecuencias de no haber tenido presente este principio.

Fijada de una manera invariable, por las condiciones técnicas de establecimiento de la seccion de Leon á Busdongo, la entrada Sur del túnel de la Perruca y señalada como límite para la inclinacion de la rasante de éste, la de $0^{m},017$ por metro, con lo que al túnel ha correspon-

dido una longitud de 3.000 metros, se ha continuado un kilómetro más con dicha inclinacion, y de ese modo se llega al cruce de la carretera, un poco más abajo de la casa llamada de Tibi-Gratias, punto que se halla á 59,500 metros de la estacion de Leon, y que consideraremos como el orígen de la seccion cuya modificacion se intenta, pues que las obras que median entre él y la boca Norte del túnel de la Perruca ya se hallan ejecutadas.—El trazado oficialmente aprobado, cuya disposicion general puede verse en la figura 6.ª, comienza á desarrollarse, ciñéndose cuanto es posible á los pliegues y recodos de la ladera, por medio de curvas de 300 metros de radio, en su inmensa mayoría, y con inclinaciones de $0^{m},0185$ y $0^{m},0199$, que nunca llegan al límite de $0^{m},020$, por los preceptos oficiales señalado, y atravesando los términos de las parroquias de Pajares, Cabezon, Parana, Linares y Felgueras, en cuyo barranco se detiene y vuelve sobre sí por medio de un gran túnel en curva circular de más de 200° de amplitud, desde cuya salida sigue descendiendo por los términos de Malvedo, Casorvida y Congostinas, va á empalmar con el trozo en construccion, en el término de Puente de los Fierros, por medio de un túnel en Veguellina, semejante al que para la vuelta de Felgueras hemos descrito. Aquella pendiente elevada se interrumpe por cuatro tramos horizontales de 250, 300, 300 y 337 metros respectivamente, para el establecimiento de las estaciones de Pajares, Parana, Linares y Felgueras; desde el punto de partida á la estacion de Pajares hay un desnivel de $60^{m},97$, de manera que siendo su distancia de $3.514^{m},04$, resulta para las cuatro rasantes que comprende una inclinacion media de $0^{m},0173$ por metro; $195^{m},21$ es el desnivel de

la estacion de Pajares á la de Parana y 9.922^{m},18 su distancia, por lo que la inclinacion media de las cuatro rasantes que entre ámbas media es de 0^{m},0196 por metro; del mismo modo de Parana á Linares hay una distancia de 9.058^{m},70 y un desnivel de 178^{m},14, por lo cual la pendiente media de sus cuatro rasantes equivale á 0^{m},0196 por metro; de Linares á Felgueras hay 4.880 metros de distancia y 96^{m},08 de desnivel: pendiente media, 0^{m},0198 por metro; y por último, quedan 9.593^{m},42 hasta el Puente de los Fierros, en cuya distancia, con dos rasantes, se salva un desnivel de 186^{m},48, que equivale á una sola pendiente de 0^{m},0194 por metro. En resúmen, desde el punto de partida á la rasante horizontal de la estacion de Veguellina, ó sea de Puente de los Fierros, hay una distancia, por este trazado, de 23 kilómetros 130 metros, y media un desnivel de 716 metros, lo cual arroja una inclinacion media de 0^{m},0187 por metro para la combinacion de las rasantes que se han empleado; y este compendioso relato basta para que se comprenda la importancia del problema que la travesía de la cordillera pirenáica, por el puerto de Pajares, constituye. Parécenos esta ocasion oportuna para dejar sentada nuestra sincera creencia de que en la combinacion aludida se ha llegado al límite del atrevimiento en cuanto á lo que las condiciones actuales de la explotacion de los caminos de hierro consienten. No hemos de sostener esta tésis; de lo que hemos de decir ha de resultar completamente probada, y por otra parte, no se trata ahora de discutir nuestra opinion, ni hay que evitar los riesgos de su aplicacion, y sólo nos proponemos dejar sentado que en nuestro juicio la pendiente límite que casi constantemente se alcanza en toda la extension de la

bajada, sólo deberia haberse empleado en la mitad de ella ó ménos, no pasando en el resto de 0^m,015 por metro, como tiene el resto de la línea, con el inconveniente natural de haber alargado cinco ó seis kilómetros el desarrollo.

Pues el que siga con atencion la traza que en el plano (figura 6.ª) hemos señalado, podrá suponer cuál será la direccion que seguirá el trazado que se medita, segun la pendiente que para él se adopte, porque siempre estará representado por una línea inferior á la que hemos descrito, y de la que se irá alejando á medida que aumente la distancia del orígen y la inclinacion que se prefiera; si se admite la de 0^m,035 como se asegura, lo probable es que el trazado alcance á tomar asiento en la estribacion que, formando meseta ó loma, separa las aguas de los arroyos de Parana y Congostinas, y como en este punto, todavía se hallará el trazado á más de 220 metros sobre la estacion del Puente de los Fierros, habrá forzosamente que dar una vuelta análoga á la que el proyecto aprobado contiene en los términos de Felgueras. El trazado nuevo seguirá bajando á internarse otra vez en el valle de Parana, del que pasará nuevamente al de Pajares, por cuyo valle entrará bajando en sentido contrario á la corriente, y nadie deja de comprender que el empalme con la línea inferior se hará á uno, dos ó tres kilómetros aguas arriba de la Veguellina, segun la pendiente del rio lo consienta, pero siempre por medio de una curva muy cerrada, ó sea un retroceso, ni más ni ménos que como en el proyecto aprobado se propone. Insistimos en esto para que por todo el mundo se comprenda que las revueltas que en el expresado proyecto se figuran, no son hijas de la ignorancia ó del capricho de

las personas que las han proyectado, sino de las necesidades del terreno, á las que se satisface poco más ó ménos lo mismo por todos los ingenieros de la tierra. No hemos de dejar de agregar, por nuestra cuenta, que las dificultades á que en el trazado que se fantasea, ha de dar lugar al paso de Congostinas y la travesía del valle del Parana, por la rama inferior de la revuelta aludida, así como por el empalme con la rama que suba por el rio de Pajares han de ser tan excepcionales, que no nos sorprenderia que por efecto de ellas la Empresa abandonase el pensamiento que en mal hora ha concebido, sin entrar siquiera en la cuestion de las pendientes, que es la que principalmente pone la pluma en nuestra mano.

Ahora nos toca dar una idea de las condiciones en que quedará el nuevo proyecto, si llega á formalizarse, para poder compararlas con las del aprobado que relacionadas quedan. Suponemos que no se ha de alterar el mínimo consentido para el radio de las curvas; porque si se aumentase, como sería menester para poner el trazado en condiciones análogas á las de aquellos con quienes hombrearse quiere, el gasto de establecimiento aumentaria de tal manera que desaparecerian todas las economías que de la modificacion deben esperarse, y si se disminuyera, la idea aumentaria de una manera prodigiosa, los caractéres de impracticabilidad que ya reune. La pendiente de 3,50 por 100, ó sea 0^{m},035 por metro, se empleará en 20,50 kilómetros, que es lo que exige el desnivel de 716 metros que como hemos dicho hay que salvar, y suponiendo que otros 1.500 metros se repartan en los tramos horizontales de tres ó cuatro estaciones, podremos fijar la longitud de la línea modificada en 23 kilómetros en lugar de los 38 que el mismo trozo del

proyecto oficial comprende, es decir, que en último resultado se obtiene una economía de 15 kilómetros en el recorrido de la línea completa de Leon á Gijon que en lugar de 173 vendria á tener 158 kilómetros. Del precio por que se compra esta economía es de lo que vamos á ocuparnos en el resto de este trabajo.

Con arreglo al plan que nos hemos propuesto, vamos ahora á dar una idea de los trazados más notables que existen en el mundo, bajo el punto de vista de las pendientes elevadas, bien entendido que sólo tratamos de ferrocarriles servidos por locomotoras, en los que lo que se utiliza es la adherencia debida á su peso, pues que ahora no hace al caso el estudio de los medios especiales en que se fundan otros sistemas. Cada uno podrá ir haciendo comparaciones, y creemos que ha de ser muy limitada la tarea que nos quede por llevar á cabo para convencer á nuestros lectores de la *notabilidad* del monumento que para gloria de la ciencia y honra de una Empresa afortunada, se trata de erigir en la provincia de Oviedo, si se fijan en la amena relacion que sigue.

EJEMPLOS NOTABLES DEL EMPLEO DE RAMPAS FUERTES

EN LOS FERROCARRILES.

En esta enumeracion seguiremos un órden gradual, empezando por las inclinaciones de $0^{m},020$, supuesto

que éste es el límite en que hoy se considera que comienzan las explotaciones especiales, y dentro de cada grupo incluiremos indistintamente las líneas de las diversas naciones, sin sujetarnos á órden alguno bajo este punto de vista.

Inclinacion de 0m,020.

Lo primero que tenemos que hacer notar, en honra de los cuerpos consultivos que han señalado como límite conveniente de la inclinacion que por ahora al ménos debe darse á las rasantes de nuestros ferrocarriles, esta pendiente, es que en la misma se ha detenido la nacion práctica por excelencia, la Inglaterra, que debe considerarse como la cuna de esta industria y la que, con sus prodigiosos inventos, ha dado la norma ó pauta más segura á que las demás deban atenerse en el establecimiento de sus ferrocarriles. Al mismo tiempo que en los 30.000 kilómetros de líneas de esta clase que hace mucho tiempo explota, son contados los tramos en que la pendiente excede de este término racionalísimo, y de ellos hemos de dar ligera cuenta, son numerosas las líneas en que con toda regularidad se hace la explotacion sin exceder el límite citado. Son notables las rampas de esta inclinacion de *Bradford*, de *Leeds* y de *Hunt's Bank* que desde su orígen se explotan con locomotoras. En Francia, como queda dicho, ha presidido á la construccion de sus líneas principales un límite mucho más restringido, y luégo daremos razon de aquellas en que, abandonando las antiguas prácticas, se han lanzado las Empresas á más graves empeños. Así es que no son tan abundantes las pendientes de este tipo, pero se

puede citar entre las más notables el tramo de la *línea de Arvant, en el Lot*, comprendido entre *Maurs* y *Rouget*, de la *seccion de Figeac á Aurillac*, que conserva esta pendiente de $0^{m},020$ en una extension de 20 kilómetros poco más ó ménos.

Línea de Mouchard á Neufchatel por Pontarlier.—Esta línea enlaza la red francesa de ferrocarriles con la Suiza, atravesando la cordillera del Jura, en el pueblo de *Verrières*, á 940 metros sobre el nivel del mar. Tiene 114 kilómetros de longitud, y en cuanto se sale de la estacion de *Mouchard* empieza la ascension con rampas de $0^{m},020$, interrumpidas por pequeños trozos de menor inclinacion ó completamente horizontales. La longitud en que reina la inclinacion máxima hasta el punto culminante, compone unos 15 kilómetros y de la parte de Suiza se verifica el descenso con las mismas pendientes de $0^{m},019$ ó $0^{m},020$, que reinan en longitud de 16 á 17 kilómetros, existiendo una rasante contínua de 11.100 metros con esta última inclinacion. Las curvas, que son muy numerosas, no descienden de 350 metros de radio. Los trenes de viajeros arrastran de 50 á 60 toneladas de peso útil, á la velocidad de 30 á 40 kilómetros por hora, y los de mercancías marchan á la velocidad de 15 kilómetros y arrastran 130 ó 140 toneladas efectivas.

Línea de Orawitza á Steïerdorf (Croacia).—Une esta línea de 33,50 kilómetros á la red de los caminos del Estado, en Austria, la cuenca hullera y las fábricas del Banato. Al salir de *Orawitza* hay un trozo de línea (figura 2.ª) con inclinaciones suaves en 7.972 metros de longitud; sigue una rampa contínua á $0^{m},020$ en una longitud de 16.500 metros, sin otra interrupcion que un pequeño trozo horizontal de 227 metros en el apeadero de

Lischava, y otro de 83 metros en el viaducto del arroyo *Izittin*, de manera que casi con esta rasante se salva la altura de 837 metros que media entre los puntos extremos, pues hasta la estacion de *Steierdorf* el trazado vuelve á presentar muy pequeña inclinacion en longitud que no llega á 1.700 metros y á la que sigue un tramo horizontal de 4.500 metros. Este trazado ofrece la notable circunstancia de que el radio de las curvas desciende á 114 metros, que se ve empleado con repeticion, y por eso lo hemos escogido para figurar entre los tipos que ofrecemos á nuestros lectores; el aumento de las pendientes está ligado de tal manera con la necesidad de mantener cierta amplitud en las curvas, que por punto general la graduacion de aquéllas y el radio de éstas tienen que modificarse en el mismo sentido, es decir, que mayor inclinacion en las rasantes exige mayor longitud en el radio de las curvas. Es, pues, un caso digno de estudio el de este ferrocarril que á una pendiente relativamente fuerte, presenta asociadas curvas de muy corto radio. Pero la explotacion, aunque con máquinas especiales, se hace perfectamente, y nosotros tomamos nota de la economía que en los gastos de establecimiento introduce la disminucion aludida del radio de las curvas, dentro de la pendiente de $0^m,020$ que nosotros conceptuamos como el límite de que no se debe pasar en la construccion de los ferrocarriles de nuestra primera red, que por una ú otra causa se han quedado rezagados. Las máquinas especiales que en esta línea se emplean pueden arrastrar trenes de 120 toneladas á la velocidad de 12 kilómetros por hora en la subida, y de 275 toneladas en la bajada á la velocidad de 15 kilómetros en el mismo espacio de tiempo. La accidentacion de este trazado que

con toda exactitud representa el plano que hemos reproducido, trae á la memoria las vueltas que en el trazado oficialmente aprobado para la bajada del puerto de Pajares se hallan, no obstante la inmensa ventaja de éstas por el mayor radio de sus curvas.

Inclinaciones de 0m,020 á 0m,025.

Las primeras que se presentan á nuestra consideracion son pequeñas rampas, intercaladas, en líneas de pendiente generalmente suave, con objeto de salvar un corto trecho en que se habian acumulado las condiciones desfavorables del trazado. Tal sucedió en la importante línea de *Brunswick* á *Harzburg*, desarrollada en pendientes suaves, pero en la cual, la *Seccion de Wienenburg* á este último punto, en longitud de 8 kilómetros, ofrece una inclinacion media de 0m,013, que se eleva á 0,0217 en la pequeña longitud de 529 metros. Esta rampa tiene cierta celebridad, porque en los primeros tiempos se explotaba con caballerías y sólo desde 1843, que se le aplicó un nuevo sistema de locomotoras, recorren éstas todo el trayecto.

Del mismo modo, en Inglaterra el *South Devon Railway* presenta rampas muy cortas comprendidas entre los límites de 0m,020 á 0m,025 por metro.

El *Vale of Neath Ry*, *de Neath á Brecon*, en el país de *Galles*, es una línea que se eleva 400 metros en 24 kilómetros, con una pendiente media de 0m,0167 para pasar el valle del *Swansea* al del *Usk*; este camino contiene la rampa llamada de *Gliss Neath*, con una inclinacion de 0m,021 en 8.450 metros de longitud.

En la línea de *Sutdgart á Ulma*, hay una rampa

de 0^m,022 de 6 kilómetros de longitud, con curvas de 272 metros de radio. La misma inclinacion tiene una rampa de 17^k,700 en el camino de *Baltimore al Ohio*, y su explotacion por locomotoras data nada ménos que de 1854, si bien con notables trasformaciones.

Línea de Roma á Ancona.—En esta línea que atraviesa los montes Apeninos hay dos secciones, *Terni á Foligno* y *Fossato á Favriano*, de 54 y 16 kilómetros respectivamente, en que las inclinaciones pasan de 0^m,020 y llegan á 0^m,022 con bastante frecuencia. En la primera, reina esta inclinacion en varios trozos, interrumpidos por tramos horizontales ó de menor inclinacion, en una longitud de 17 kilómetros, siendo de 2.783 metros la longitud de la mayor rasante. En la parte comprendida entre *Fossato* y *Favriano* hay tambien dos rasantes de 0^m,022, una de 2.650 metros y otra de 5.248 metros, de manera que en la seccion completa, reina esta pendiente máxima en extension total de cerca de veinte y cinco kilómetros. Es de advertir que el radio mínimo de las curvas es de 350 metros, ó sea 50 metros más que el que actualmente se consiente en nuestras líneas.

Aunque es de muy poca importancia, bajo el punto de vista de su longitud, tenemos que hacer especial mencion de la *rampa de Cowlais*, en la línea de *Edimburgo á Glasgow*. Tiene solamente 2.600 metros de longitud, y 0^m,022 de inclinacion, y en 1845 se dejó de explotar por medio de una máquina fija y cable de cáñamo, como se venía haciendo desde el principio, para hacer que la recorrieran las locomotoras con que se explotaba el resto de la línea; pero en 1849 se volvió á la máquina fija, reemplazando el cáñamo por un cable metálico, y á la fecha en que escribia el autor de quien

tomamos estos apuntes (1873) se conservaba la misma solucion. Este hecho es muy significativo y prueba hasta qué punto pueden las circunstancias locales modificar ó invalidar las consecuencias que la ciencia pura deduce, en abstracto, de sus eternos principios, pues segun parece, hallándose parte de esta rampa en subterráneo, se producia un desarrollo de vapor, humo y gases mefíticos que molestaban mucho á los viajeros, con tanto más motivo, cuanto que la humedad del país daba lugar á que las máquinas patinasen y empleasen mucho tiempo en salvar el expresado paso. Sirve este hecho de ocasion al acreditado autor, cuyo texto literalmente seguimos, para exclamar: «No creemos que la máquina fija esté en su lugar en la rampa de Cowlais, pues que se trata de una inclinacion de 0^m,022; *pero tampoco creemos que la locomotora esté en el suyo, en el gran número de rampas más fuertes que se la quiere hacer servir.*»

Línea de Valparaiso á Santiago (Chile).—Tiene importancia esta línea, porque atraviesa la cadena de los Andes, elevándose á una altura de 750 metros sobre el punto de partida, y este desnivel es próximamente el que media entre el Puente de los Fierros y el túnel de la Perruca. Desde su orígen, en Valparaiso, las rampas alternan, segun los movimientos del terreno, elevándose de 0^m,010 á 0^m,020, y para llegar al alto, se ha establecido una rampa de 19 kilómetros de longitud, con una inclinacion de 0^m,022 por metro. En el descenso á Santiago, aunque fuertes y seguidas, las inclinaciones no pasan de 0^m,020, sin que haya sido un motivo para forzarlas, el límite á que las de la otra vertiente se habian llevado, ejemplo de prudencia digno de ser siempre imitado. Hay que agregar que, con arreglo al principio,

muy atendido en América, de encontrar la reduccion de los gastos de establecimiento, en la disminucion del radio de las curvas, á cuyo efecto se estudian mucho los sistemas articulados, bajan hasta 180 metros los empleados en esta línea.

Camino del Pacífico.—Nos complacemos en repetir los ejemplos de América, para que se vea que en aquella tierra del genio emprendedor y del espíritu aventurero, se vencen las dificultades, proporcionando á ellas los medios de accion, y no se buscan temerariamente aquéllas, allí donde pueden evitarse. Entre *Nueva-York* y *San Francisco de California*, media una distancia de 5.300 kilómetros, pero, generalmente se llama *Camino del Pacífico* la parte comprendida entre *Omaha* sobre el rio *Missouri*, y las costas del Pacífico que tiene unos 3.000 metros de longitud y se divide en cuatro secciones.

1.ª Del rio Missouri á las montañas Peñascosas:
2.ª De las montañas Peñascosas al lago Salé:
3.ª Del lago Salé á la Sierra Nevada:
4.ª De la Sierra Nevada á San Francisco.

Las condiciones en que esta enorme línea ha sido construida, no pasan de los límites ordinarios admitidos en las nuestras, y eso que ha habido que elevarse á 2.150 metros sobre el nivel del mar, en el paso de la divisoria principal; y á 2.513 en el collado de Sherman, punto culminante de esta peregrinacion portentosa, situado en una estribacion secundaria; es decir, que las pendientes no llegan á $0^{m},017$ ni las curvas bajan de 300 metros de radio. En la Sierra Nevada, en donde se vuelven á dominar alturas de 2.147 metros, se ha llevado el límite de las pendientes á $0^{m},022$, bajando el radio de las cur-

vas á 200 metros: y por cierto que es digno de llamar la atencion que allí no se haya creido necesario apelar á las pendientes de 3,50 por 100, para librarse más pronto de los inconvenientes de las nieves, cuando éste es uno de los motivos que los defensores de la modificacion que se medita en el puerto de Pajares, alegan para fundamentar la introduccion de una pendiente con que no se han aventurado á luchar los atrevidos yankees. No podemos resistir al deseo de copiar de una obra muy acreditada, una ligera noticia de los efectos de este meteoro, en el camino aludido, á riesgo de ofender la modestia de la Perruca, que, de fijo, no pensó nunca en ser objeto de semejantes parangones. «Por una y otra parte del collado de Sherman, se elevan picos de 4.000 y 4.500 metros de altura, por lo ménos, sobre el nivel del mar. En las montañas Peñascosas como en la Sierra Nevada, los límites de la vegetacion arborescente y los de las nieves perpétuas están más elevados que en Europa. Vénse selvas hermosas de vigorosos pinos á 2.500 y áun á 3.000 metros de altura, y sólo pasados 4.000 metros, suele mantenerse perpetuamente la nieve. El clima es aún más duro que en la Sierra Nevada, á pesar de su menor altura; desde el mes de Setiembre al de Mayo, se eleva muchas veces á 4 y 5 metros el espesor de las nevadas. Así es que las galerías construidas en la Sierra, para preservar la vía de sus efectos, alcanzan una longitud de cerca de 80 kilómetros: y no son estas construcciones, ligeros abrigos, como en las montañas Peñascosas, sino sólidos macizos, constituidos de manera que puedan resistir la accion de las avalanchas, que muchas veces no lo consiguen. Desde el principio de la explotacion, en 1869, ya se registra el aplastamiento de una fuerte

galería formada por cerchas ó cuchillos de gruesos troncos de árboles cerca de la estacion de la cumbre. Hácia la misma época, un tren quedó interceptado por la nieve, pero todo se redujo á unos dias de retraso, gracias á la prudente precaucion que se habia tenido de proveerle de toda clase de provisiones, ni más ni ménos que un buque que se hace á la mar.

«Este hecho se ha reproducido al empezar el invierno de 1871 á 1872, que fué muy crudo en aquellos parajes. La tormenta, violentamente desencadenada, amontonaba la nieve sobre la vía, y aislaba los trenes: cerca del collado de Sherman, un tren de viajeros tardó 24 horas en avanzar 7 ú 8 kilómetros. Viajeros hubo que partiendo de San Francisco, por el camino de hierro, tardaron veinte dias en llegar á Chicago; en cuanto á los trenes de mercancías, quebaban amontonados en todos los apartaderos de las estaciones.»—Con adoptar para la línea del Pacífico las pendientes que se quieren aplicar al verdaderamente *pacífico* puerto de Pajares, se hubieran evitado estos inconvenientes, casi en la mitad de la extension en que tienen lugar. ¡Harto prueba esta resistencia de los americanos que *el remedio es peor que la enfermedad!*

El límite de $0^{m},025$ señaló por mucho tiempo la meta de las aspiraciones de los constructores de caminos de hierro, como representando el resultado de los adelantos de la ciencia en la construccion de los motores, que se ostentaron con toda brillantez en el concurso del Semmering, en el cual—aunque con las restricciones que la experiencia ha impuesto despues—quedó como consagrado el empleo de dicha pendiente, para aquellos casos en que las dificultades de la naturaleza obligasen

á desplegar los recursos supremos del arte; y verdaderamente hasta este límite, puede decirse, que alcanzan las explotaciones regulares que se conocen para el establecimiento de líneas de extension considerable, siendo ya excepcionales ó para trozos de muy corta extension, las pendientes superiores, como resultará comprobado por las noticias que aún hemos de agregar.

El *camino de Sajonia á Baviera*, ofrece en el paso del *Fichtel-Gebirge*, uno de los primeros ejemplos de la aplicacion de esta pendiente. El ascenso á dicho monte se desarrolla, entre las estaciones de *Neuenmarkts* y *Marktschorgast*, que comprende una distancia de poco más de 7 kilómetros, en que las inclinaciones están repartidas del modo siguiente: saliendo de Neuenmarkts, hay una rampa de $0^{m},014$ en 1.664 metros, á la que siguen otra de $0^{m},025$ en extension de 2.928 metros, y otra de $0^{m},0246$ en longitud de 1.780, y por último otra de $0^{m},025$ en extension de 1.129 metros, con la que se llega al tramo horizontal de Marktschorgast, es decir, que la inclinacion de $0^{m},025$ no reina por completo más que en 3.627 metros, y la de toda la seccion no pasa de $0^{o},0243$ por término medio; pero, en cambio hay que advertir que el trazado horizontal presentaba condiciones inmejorables, pues como se puede ver por la figura 3.ª de la lámina que acompaña, el radio mínimo de las curvas en rampa, es en un sólo caso de 438 metros, pasando de 580 todos los demás.

La *línea de Viena á Trieste* atraviesa entre *Gloggnitz* y *Murzzuschlag*, los *Alpes Nóricos*, y entre *Laybach* y *Trieste* los *Alpes Julianos*; sólo en la primera seccion, en la vertiente Norte y en una extension de $4^{k},680$, ha sido preciso emplar la pendiente de $0^{m},025$; y ésta lo es

continua en una rasante de 3^{k},170. Aunque, bajo este punto de vista, la travesía del *Semmering*, guarda cierta analogía con la del *Fichtel-Gebirge*, en proyeccion horizontal es mucho más accidentada, como puede verse en la figura 4.ª, que nada tiene que envidiar á las revueltas del Pajares. Las curvas bajaban en un principio hasta 190 metros de radio: pero han sido reformadas, despues que se emplearon en su explotacion las máquinas Desgrange, elevando el radio hasta un mínimo de 209 metros, el cual no baja de 285 en los tramos en que reina la rampa de 0^{m},025. Numerosos detalles podrian darse, sobre el trabajo de las máquinas en esta seccion, y los resultados de su explotacion, pues las condiciones especialísimas que reunia, para la época de su establecimiento, provocaron grandes discusiones y no dejó de ser objeto de censuras apasionadas, como de elogios exagerados, pues á juicio de los admiradores del nuevo sistema de forzar las pendientes, en ninguna parte deberia descender del límite con tanto ruido, que no diremos éxito, ensayado en este camino, acaso el más importante de la red austriaca. Pero, como en realidad, se ha avanzado aún más sobre el particular, dejaremos el hacer observaciones sobre las condiciones de explotacion, para despues que hayamos dado cuenta de los demas casos en que, con más empeño que provecho se han forzado las pendientes. Aquí sólo diremos que este camino ha perdido mucho de su importancia, pues en cuanto ha dejado de ser forzoso el paso del Semmering, para la comunicacion de Viena con Trieste, el tráfico de las mercancías lo ha abandonado, dirigiéndose por *Œdimburgo* y *Nagy-Kanisa*, línea de menores pendientes, por más que presente un rodeo considerable, ejemplo muy digno

de tenerse en cuenta, sobre todo, para aquellos casos en que no sea de esperar la construccion de otra línea, redentora de pasados desaciertos; y téngase en cuenta que esta pendiente excepcional, no reina siquiera en 5 kilómetros de los 28 que componen la bajada de *Semmering á Gloggnitz*.

Línea de Bolonia á Pistoïa.—Atraviesa esta línea los montes Apeninos, por el alto de *Pracchia*, que separa las aguas del Po y del Arno, y la *Seccion de Vergato á Pistoïa* es una serie no interrumpida de trabajos importantes y obras de arte esmeradas, necesarias todas ellas para resistir el impetuoso empuje de las aguas del Reno y sobre todo de sus numerosos afluentes. Las inclinaciones fuertes comienzan en la estacion de *Porretta*, subiendo desde este punto á la entrada del túnel de la divisoria, con rampas variadas á la inclinacion máxima de $0^m,025$. La bajada á *Pistoïa*, que comienza en la misma boca del túnel de Pracchia, el cual tiene 2.715 metros de longitud, constituye la parte más notable de este camino, reinando las pendientes de $0^m,024$ y $0^m,025$ en longitud casi contínua de 21 kilómetros; el resto, hasta 24 que median entre la divisoria y *Pistoïa*, contiene pendientes de $0^m,011$ y $0^m,012$, de manera que para salvar el desnivel de 553 metros, corresponde una pendiente media de $0^m,023$ por metro. Las curvas no descienden nunca del radio de 300 metros. La traccion entre *Porretta* y *Pistoïa* se hace con máquinas especiales, distintas de las que realizan la explotacion en el resto de la línea.

Línea de Insbruck á Botzen. (Paso del Brenner.)—Hácia el año de 1866, se concluyó esta línea, que sin duda sobrepujaba en importancia á cuantas se habian hasta

entónces establecido con inclinaciones fuertes. La longitud total de esta seccion es de 125 kilómetros, y en ella se verifica el paso de los Alpes del Tirol, por el collado del *Brenner*, sin túnel, y á una altura de 1.367 metros sobre el nivel del mar. Desde *Insbruck*, que se halla á 580 metros sobre el mismo plano, se eleva el trazado por medio de cinco rasantes de 0^m,025, separadas por cortos tramos horizontales, y por uno más largo en que las inclinaciones varian de 0^m,009 á 0^m,017, siendo de 8.250 metros la longitud de éste, y de 28.200 metros la que suman aquéllos; de manera que, en junto, el desnivel de 787 metros, se gana con un desarrollo de 36 kilómetros, á que corresponde una inclinacion media de 0^m,022 por metro. La bajada á *Botzen* tiene más importancia, supuesto que hallándose este punto situado á 262 metros sobre el nivel del mar, hay que ganar una cota de 1.105 metros cifra verdaderamente excepcional en esta clase de trabajos: pero, se realiza sin que la pendiente alcance el elevado tipo de la vertiente opuesta, merced al aumento de desarrollo que se ha procurado, internando el trazado en el valle del *Schlag*, por los alrededores de *Gossensass*, que proporciona un contorno de 11 kilómetros, en los que se gana un desnivel de 232 metros. Así se ha podido dividir esta singular bajada, en dos tramos de condiciones distintas: uno desde el extremo horizontal de 2 kilómetros establecido en la cumbre hasta *Brixen*, que tiene 50 kilómetros de longitud, de los que algo más de la mitad, contienen la pendiente máxima de 0^m,0225, con lo que la pendiente media no pasa de 0^m,016; y el otro desde *Brixen* á la cota, de 568 metros sobre el nivel del mar, hasta *Boltzen*, que como queda dicho, mide la de 262, y en cuya extension de 38

kilómetros no pasa de 0m,015 la pendiente. El radio mínimo de las curvas en esta seccion, es de 285 metros; y éste sólo se aplica á 58 curvas aisladas, cuyo desarrollo asciende á unos 12.000 metros: hay otras 51 curvas con radio de 320 metros, y el resto tiene radios muy superiores á éstos.

Por el año de 1870, se terminó la última seccion de la línea de *Paris á Nimes*, comprendida entre *Brioude* y *Alais*, que constituye el más brioso esfuerzo, para asociar á la pendiente, harto atrevida, de 0m,025, una disminucion en el radio de las curvas, que verdaderamente toca en los límites de la temeridad. En la bajada de la *Bastide á Alais*, que tiene 65 kilómetros de desarrollo, se han establecido tres rasantes con la inclinacion expresada: una de 3.910 metros, entre los postes kilómetricos 123 y 126; otra de 6.302 metros, entre los 130 y 136; y otra de 1.957, entre los 153 y 155, que suman 12.169 metros. Pero, alternando con estas rasantes, hay otras de 0m,024, de manera que la longitud total en que reinan estas pendientes excepcionales de 0m,024 y 0m,025, es de unos 17 kilómetros, con lo quese gana un desnivel de poco más de 400 metros, que es próximamente la mitad de la total bajada, en el resto de la cual alternan las pendientes de 0m,010, 0m,016 y 0m,022. En esta línea se presenta el ejemplo más palpable de la necesidad de la máquina de cola, porque abundan los subterráneos, y las máquinas, por efecto de la fuerte inclinacion, patinan muchas veces, viéndose los maquinistas obligados á reconocer las ventajas de aquella disposicion, que por otra parte repugnaban, á causa del radio de 200 metros que predomina en las curvas de este trazado.

Línea de Veracruz á Méjico.—Citaremos ésta, por la importancia de su extension como la última de los tipos que entre los límites de $0^m,020$ á $0^m,025$ de inclinacion pueden señalarse. Tiene de longitud 423 kilómetros y la más fuerte de sus rasantes no pasa de esta última cifra: pero en cuanto al trazado horizontal, sus autores han sido ménos escrupulosos, pues que las curvas descienden con frecuencia al radio de 107 metros, sucediéndose con repeticion en una seccion de 35 kilómetros. Responde esta exageracion en los radios de las curvas, al frecuente uso que en América se hace de la articulacion, lo mismo en las locomotoras que en los carruajes, y esto mismo es una prueba del respeto con que allí se mira la elevacion de las pendientes y la prudencia con que se procede en la adopcion de las más exageradas, que por este hemisferio se quiere hacer pasar como cosa corriente y sin importancia. El aumento de unas cuantas milésimas en la inclinacion de esta dilatada línea, habria reducido considerablemente su longitud, y con ello el coste de establecimiento y el número de kilómetros para la percepcion de las tarifas, que son las razones que aquí se alegan para proponer reformas colosales, y sin embargo, no se ha querido tocar por los ingenieros americanos á un elemento tan importante para la explotacion como es la pendiente, acudiendo á exagerar otro elemento, por procedimientos que conceptuan ménos peligrosos.

Inclinaciones de $0^m,026$ á $0^m,030$.

Línea de París á Lyon, por el Bourbonnais.—La seccion de esta línea comprendida entre *Amplepluis* y *Ta-*

rare, ofrece uno de los primeros ejemplos, en Francia, de la necesidad de admitir, áun para líneas de gran extension, largas y fuertes rampas; desde el año de 1868 se explota esta seccion que tiene unos 14 kilómetros de longitud, entre los dos puntos nombrados. Atraviésase la divisoria, por medio del túnel llamado *du Sauvage*, de tres kilómetros de longitud, que en su mayor parte presenta una rasante inclinada á 0^m,012 en favor de la bajada á *Tarare;* ésta se completa por medio de otra rasante de 4,5 kilómetros con inclinacion de 0^m,026, la misma que tiene la rampa de Amplepluis al túnel en extension de 5 kilómetros. Hay que advertir que las curvas, en toda la seccion, no descienden jamás á ménos de 400 metros de radio, con lo que se ha podido establecer un servicio que da ó consiente una velocidad media de 20 kilómetros para los trenes de viajeros y de 15 para las mercancías.

Es famosa la rampa de *Aix-la-Chapelle*, sobre el camino del Rhin, porque en un principio fué explotada con el auxilio de una máquina fija, por cuya razon es rectilínea su proyeccion horizontal. Su longitud no pasa de 2.100 metros, aunque su inclinacion excede en 0^m,003 las anteriores.

Lo mismo sucedió en Inglaterra con el *Licke-incline* del camino de *Birminghan* á *Gloucester*, que explotada desde luégo por una máquina fija, viene siendo servida por locomotoras desde el año de 1840, época en que esto pareció una especie de maravilla, de que en Francia no se tenía idea. La pendiente de esta rampa, cuya longitud no llegaba á 3,50 kilómetros, es de 0^m,027; y no deja de sorprender que otra de las mismas condiciones en Oldham, cerca de Manchester, continuase sirviéndose

por una máquina fija, que no fué reemplazada por las locomotoras hasta el año de 1853 ó 1854.

El camino de *Basilea* á *Olten*, que tambien se llama *Central Suizo*, ofrece en el paso del Jura la pendiente de $0^{m},027$ en la longitud de 2.770 metros que tiene el subterráneo, con que se atraviesa la divisoria de aguas de los rios *Aare* y *Rhin*. El resto de las pendientes no pasa de $0^{m},025$ en este camino, y áun ésta no reina en extension mayor de 3.600 metros.

En Suiza tambien, y en la misma region del Jura, tenemos otro ferrocarril, que ofrece el caso más importante, por su extension, del empleo de la pendiente de $0^{m},027$ que estamos examinando. Arranca este camino de *Neufchatel* en la cota de $475^{m},50$ y se eleva por una rampa casi contínua de 18 kilómetros con la inclinacion indicada, hasta el túnel *des Loges* de 3.269 metros de largo, cuyo punto culminante se halla á la cota de 1.048 metros sobre el nivel del mar; desciende por una pendiente igual de $2^{k},00$ de longitud á la *Chau-de-Fonds* (991 metros), atraviesa una segunda loma á la altura de 1.016 metros y desciende por último á *Locle*, que se halla 944 metros sobre el nivel del mar. Las curvas, en uno y otro de estos caminos suizos, pasan siempre de 500 á 600 metros de radio, y es notado el único punto del primero en que una curva tiene 360 metros de radio.

India inglesa. Travesía del Bhore Ghaut y del Thül Ghaut.—El camino llamado *Gran Peninsular Indio* comprende dos ramas principales, que parten de *Bombay*, ó mejor dicho, de Callyan, extremidad del tronco comun; la una *(South Eastern Extension)* se dirige por *Pounah*, hácia *Madrás*, la otra *(North Eastern Extension)* va por *Nassik* y *Malligaun*, á empalmar con el camino de

hierro del Este, que enlaza á *Calcutta* con *Delhi*. Ambos atraviesan la cordillera de los *Ghâtes*, ó *Ghauts*, y el paso respectivo de ésta se designa con los dos nombres que hemos estampado. Las obras en uno y otro camino son de mucha importancia, pero lo que nos interesa, por ahora, hacer constar, es que en el primero la pendiente máxima es de 0^m,027 y no pasa de 6,50 kilómetros de longitud. En el segundo, son aún más suaves los movimientos de la rasante, pero alcanzan el mismo límite, aunque en una extension más moderada. Las curvas no descienden nunca de 300 metros de radio.

Pensilvania.—Tambien en América hay un ejemplo notable de esta misma indicacion de 0^m,027 en la línea de *Hazleton á Lehight*, aunque no pasa de 3.220 metros de longitud.

Despues de esta inclinacion se presentan ejemplos muy notables del empleo de las rampas de 0^m,030 y de éstos vamos á dar ligeramente cuenta. En el camino de *Arvant al Lot*, de que ya hemos hablado, para dar razon de otra pendiente notable, la *seccion de Murat á Aurillac* ha ofrecido un ejemplo instructivo de la diversidad de trazados que admiten, con frecuencia, los ferrocarriles en países montañosos, y cómo se pueden realizar grandes economías en la construccion mediante el establecimiento de rampas fuertes, pero á expensas siempre de la explotacion, y cuenta que esta observacion no es nuestra, que eso la quitaria toda autoridad y peso, sino del eminente autor, de quien, casi literalmente tomamos estos datos. Enlaza esta línea las dos redes de *Lyon* y *Orleans*, partiendo de *Arvant* en la primera y termina en la estacion de *Figeac (Lot)* en la segunda. Entre *Arvant* y *Murat*, que median 122 kilómetros como entre

Aurillac y *Figeac*, las inclinaciones no pasan de 0^{m},016. La parte central, que corresponde al paso del Cantal, fué objeto de un primer trazado en que se conservaban las mismas pendientes, estudiado en 1854, y con arreglo á éste debió otorgarse la concesion que data de 7 de Abril de 1855. Este trazado atravesaba la divisoria en las mismas condiciones en que el camino construido lo verifica por el túnel del *Lioran*; salia del valle de la *Cere* para buscar desarrollo en el de la *Jordanne*, llevando consigo la necesidad de ejecutar treinta y tres túneles. Se estudió, con objeto de disminuir el enorme coste á que estas obras debian llegar, otro proyecto en que se elevaba la pendiente á 0^{m},023, y como todavía esto no satisfacia, y miéntras tanto, ganaba boga en la opinion el aumento inconsiderado de éstas, se adoptó otro trazado que la Compañía hizo en 1862, con la pendiente dominante de 0^{m},030, que ofrecia respecto del primero un ahorro de 7 kilómetros de distancia y una economía de 24 millones de pesetas en su presupuesto. Este es el que se ha ejecutado, y está en explotacion desde el año de 1868, es decir, trece años despues de su concesion, lo cual, dicho sea de paso, prueba la consideracion con que se mira en Francia á las empresas que tienen grandes dificultades que vencer.

La estacion de *Murat* se halla situada á 898^{m},26 sobre el nivel del mar y desde ella se eleva el trazado á media ladera por medio de una rampa de 0^{m},030 en extension de 9 kilómetros, interrumpida solamente por un pequeño tramo de 348 metros en que se ha establecido un apartadero en horizontal, para poder cortar, en caso de necesidad, los trenes demasiado pesados. Con esta rampa se llega á la estacion culminante de *Lioran*

á la altura de 1.152 metros; es decir, que se ha salvado una diferencia de nivel de 250 metros, poco más de la tercera parte de la que media entre el *Puente de los Fierros* y el túnel de la *Perruca* en la línea de *Leon á Gijon*, en cuyo estudio nos estamos ocupando. El subterráneo de *Lioran* tiene 1.958 metros de longitud y una pendiente de 0^m,024, y pasado aquél, comienza otra vez la inclinacion de 0^m,030, con la que el trazado se desarrolla por la ladera en longitud de 15 kilómetros y curvas de 300 metros de radio, hasta la estacion de *Vic-sur-Cère*, en que recobra las condiciones comunes al resto de la línea. El desnivel que media entre el alto del túnel de *Lioran* y *Vic-sur-Cère*, no pasa de 474 metros; es decir, que con haberse agotado en esta línea excepcional los medios que la ciencia ofrece, haciendo una aplicacion exagerada y de dudoso acierto, aún no se han resuelto más que las dos terceras partes, muy escasas, de lo que el problema de Pajares representa.

Paso del Mont-Cenis.—Nos vamos acercando á los ejemplos clásicos que pueden ser invocados con más ó ménos fundamento como precedentes que autoricen el estudio de la variacion que combatimos, y éste es uno de los más importantes y acaso el más elocuente en contra de la pretension á que parece podria servir de apoyo. La verdadera novedad de esta obra está en el túnel de 12.220 metros con que se atraviesa, por su parte más deprimida, el monte *Frejus*, que es el verdadero nombre de este paso de los *Alpes*, longitud desconocida hasta el momento en que para este túnel fué señalada, y que salia fuera del alcance de los medios de perforacion hasta entónces conocidos ó empleados. Claro está que la extension del túnel estaba relacionada de una manera

íntima con la inclinacion de las rampas que para llegar á él habian de establecerse, por una y otra vertiente, y que la cuantía de éstas señaló aquélla, pues que de haber conceptuado el ingeniero M. Maus, que se podria aumentar dicha inclinacion, hubiera disminuido la longitud del túnel que fué objeto de toda clase de preocupaciones. Atento aquél á los adelantos que en la explotacion de las pendientes fuertes se iban haciendo, fijó en $0^m,035$ el límite de las que propuso, y con arreglo al trazado que así resultaba se determinó la situacion del subterráneo. Es de advertir que los nuevos estudios que se practicaron cuando se procedió á la construccion, dieron lugar á que el límite aludido se pudiera reducir en ambas vertientes, y así como se pudo haber optado por disminuir la longitud del túnel, conservando la inclinacion proyectada, se siguió el opuesto dictámen: es decir, no se alteró sensiblemente la longitud del subterráneo, pero se movió un poco su proyeccion horizontal, con objeto de que por una y otra parte no pasase la pendiente de la inclinacion máxima de $0^m,030$ que quedó adoptada. Para aquella época era una gran preocupacion, que llenaba el cerebro de todas las personas que se ocupaban en estos problemas, la desmesurada longitud de 12 kilómetros, y por nada se hubiera consentido en aumentarla. Ocúrrenos preguntar qué hubieran hecho aquellos ilustres ingenieros, si hubieran alcanzado la posibilidad de hacer el túnel de 15 ó 18 kilómetros de largo, con la misma facilidad con que perforaron el de 12, y no vacilamos en dar la contestacion que los hechos han puesto en evidencia; hubieran aumentado 2 ó 4 kilómetros la longitud de aquél, si con ello lograban reducir en 5 ó 10 milésimas la inclinacion máxima de las

rasantes de la vía en sus avenidas. Más adelante daremos una prueba incontestable de la exactitud de nuestro aserto; por ahora nos ocuparemos en describir los accidentes del trazado, llamado á ser el tipo de los de 0^m,035 y que una mira de prudencia, que aplaudimos, rebajó á 0^m,030, con lo que todavía es excepcional en esta clase de construcciones.

Desde *San Miguel* hasta el tramo horizontal de más de un kilómetro en que se halla la estacion de *Modana*, media una distancia de 14 kilómetros, en los que se hallan, alternados con otras de menor pendiente y algunos tramos de nivel, cuatro rasantes que tienen la inclinacion máxima de 0^m,030 y suman 11.372 metros. La inclinacion de las rampas siguientes hasta la entrada del túnel no pasa de 0^m,025 en 6 kilómetros de longitud; de manera, que siendo de 446,59 metros el desnivel que hay entre dicha boca y la estacion de San Miguel, la pendiente media no pasa de 0^m,021 en los 21 kilómetros, que constituyen la subida por la parte de Francia á esta obra tan digna de admiracion. Vese, pues, que no hay término de comparacion entre las condiciones de esta subida y la del *Puerto de Pajares*, que representa casi doble número de dificultades, y en modo alguno puede autorizarse con este ejemplo lo que intenta perpetrarse en aquella línea; siempre habrá entre ambos casos la misma diferencia que entre el concepto de una subida de 11 kilómetros á 0^m,030 y 23 kilómetros á 0^m,035, que es, por tanto, más del doble.

Veamos ahora lo que se encuentra en la vertiente de Italia ó sea entre *Bardonèche* y *Bussoleno*. Media entre estos dos puntos una distancia aproximada de 41 kilómetros, y sepáralos una diferencia de nivel de poco más

de 800 metros, lo que da para la pendiente media una inclinacion de 0^m,020. Hé aquí un caso más comparable con el del paso del puerto de Pajares. Es de admirar que la cota de entrada del túnel de la Perruca, sobre el nivel del mar, sea la misma que la de salida del *túnel del Mont-Cenis*, junto á *Bardonèche*: 1.292 metros; entre aquel punto y la estacion del *Puente de los Fierros*, por el proyecto aprobado, hay la misma distancia que entre *Bardonèche* y *Bussaleno*: 41 kilómetros. Es, pues, preciso creer que no fué con objeto de disminuir la longitud del trazado por lo que en esta línea se emplearon pendientes más fuertes que la inclinacion media que hemos expresado. Dignos de respeto son esos motivos, pero no se pueden alegar como precedentes que abonen el intento completamente diverso de Pajares. Desde *Bardonèche* á *Salbertrand*, es decir, en la mitad superior de la bajada, sólo hay un tramo de 4 kilómetros en que la pendiente pasa de 0^m,022 á 0^m,025, no llegando á medio el empalme con la estacion en que hay 0^m,030, pues en el resto predominan las pendientes de 0^m,012 á 0^m,016, alternando con otras inferiores. Desde *Salbertrand* la inclinacion aumenta, hallándose desde luégo una extension de 2.500 metros á la pendiente límite, á la que siguen otras tres rasantes de 3.000, 1.500 y 3.000 metros respectivamente, de manera que en esta vertiente no llega aún á los 11 kilómetros de extension, que en la vertiente francesa contiene la pendiente máxima expresada. Y no hay más que decir sobre las especiales condiciones de establecimiento que se supone existen en este importante ferrocarril. No cabe duda en que examinando de cerca este terrible paso del *Mont-Cenis*, no ofrece las condiciones espantosas en que se quiere colocar el mo-

desto paso de *Pajares*, que merced á ellas, bien pronto adquiriria fama europea, de la que habria de participar el autor del atentado, pues que ni á Eróstrato se pudo privar de la que le valió el semejante suyo. De cómo se hace la explotacion en estos ferrocarriles diremos ya algo más adelante: ahora démonos prisa á terminar la fatigosa tarea de trepar por estas rampas insoportables.

Desde 1867 se explota en Francia una rampa de 0^m,032 en la línea de *Bayona á Tolosa*, seccion de *Tarbes á Montrejeau*, conocida con el nombre de *Capvern*, que es el pueblo que se halla en su cabeza. Está compuesta la expresada rampa de dos rasantes, una de 8.131 metros á 0^m,032, que empieza á los 3 kilómetros de Tournay, en los que aumenta la inclinacion gradualmente de 0^m,005 á 0^m,020 y otra de 1.158 metros que alcanza una milésima ménos que aquel elevado tipo. La explotacion especial se contrae á esta pequeña seccion de 12 kilómetros comprendida entre *Tournay* y *Capvern*: y creemos que tampoco se podrá fundar en este precedente la propuesta de una pendiente aún mayor, para salvar una altura que pasa mucho del doble de ésta.

Las demas rampas de 0^m,032 y 0^m,033 que conocemos, apénas vale la pena de dar cuenta de ellas, al ménos con aplicacion al propósito que nos ocupa. Tal es la de *Falkstone* en la línea de *Douvres á Calais* que tiene 1.200 metros de longitud; tal la de *Erkrath á Hoehdahl* en el camino de hierro de *Dusseldorf á Elberfeld*, de 2.450 metros, que fué establecida para ser explotada por máquina fija, y que aún hoy se explota por un método mixto, de cable y máquina que obra por su propio peso, que no parece digno de ser imitado. Ménos que estas rampas pueden tomarse por modelo las del *Camino de*

la Nueva Galles del Sur, en la *seccion de Sydney* al pié de las *Montañas azules*, en el que á pesar de ser un ejemplo de atrevimientos, que deben conocerse para procurar evitarlos, no se pasa del límite señalado, y eso en una longitud que no llega á 5 kilómetros.

Línea de Turin á Génova.—Hemos llegado al término de la fatigosa ascension que, bien á pesar nuestro, hemos obligado á realizar á nuestros lectores; este camino presenta el tipo predilecto de los flamantes reformadores del trazado de *Pajares*, y ántes de dar á conocer de una manera ligera las excelencias de su explotacion, demostraremos con una breve descripcion de las condiciones en que se halla establecido, que no hay semejanza alguna entre el famoso modelo y la artificiosa traza que, como imitacion suya, se quiere autorizar. Tiene de longitud esta línea 166 kilómetros, y en la mayor parte de su extension las pendientes son muy suaves, no excediendo de los reducidos límites admitidos generalmente en la época de su construccion, aunque ésta exigiera obras de mucha consideracion, como principalmente lo son las comprendidas entre *Novi* y el fin de la línea. La corta distancia que media entre la collada de *Busalla*, por donde se salva el *Apenino* y la poblacion de *Génova*, lo escarpado de las laderas meridionales de aquel monte y la absoluta falta de pliegues en el terreno para desarrollar el trazado en las condiciones ordinarias, obligaron á pensar en medios especiales para salvar la pequeña distancia que media entre *Busalla* y *Pontedécimo*, en que las dificultades aparecen acumuladas; no llega siquiera á 10 kilómetros la longitud de esta seccion, y se salva con ella una altura de 271 metros, con que se ve desde luégo la marcha forzada del trazado; pero tambien se ad-

vierte que la pendiente media entre los puntos extremos no pasa de 0m,028, primer dato que llama nuestra atencion para compararle con el de 0m,035 que el nuevo trazado de Pajares impone á una extension continuada de 23 kilómetros. El detalle de la distribucion de rasantes en esta importante seccion del camino italiano es como sigue: tan pronto como se abandona la estacion de *Busalla*, punto culminante, á la altura de 361 metros sobre el nivel del mar, se entra en el túnel *dei Giovi*, de 3.255 metros de longitud, en *pendiente contínua de* 0m,0287 y con dos curvas, una á la entrada, de 400 metros de radio, y otra de 1.000 metros en el medio. Sigue al subterráneo la famosa pendiente de 0m,035, *en longitud de dos mil y quinientos metros;* á ésta sucede otra de 0m,0281 en longitud de 1.500 metros, y luégo otra de 0m,0208 en 2.100 metros; y con esto se acabaron las pendientes fuertes. En suma: sólo en 7.300 metros de esta seccion existen pendientes de 0m,028 á 0m,035, y esta última reina no más que en 2.500 metros. Y verdaderamente, ocurre preguntar: ¿qué hay de comun entre este hecho real, aunque poco satisfactorio, y aquella pretension absurda de establecer un plano inclinado de 0m,035, en los 23 kilómetros de desarrollo que la bajada de Pajares necesita?

Pues ahora vamos á llamar la atencion respecto de las condiciones favorables de la seccion italiana, que quitan por completo todo motivo de comparacion con la seccion de Astúrias. Segun puede verse por la figura 5.ª en que se halla representado el plano de la parte de esta línea, comprendida entre el alto de Busalla y Génova, la direccion de la línea, en proyeccion horizontal, no está nada atormentada por las condiciones del terreno. Son, por lo general, las curvas tan amplias, de radio tan largo y

graduacion tan escasa, que bien puede considerarse para estos efectos en circunstancias tan favorables como los de una línea recta. Los radios varían de 600 á 1.200 metros, descendiendo á 400 metros como límite, en la de la Estacion de Busalla y en otras pequeñas curvas de empalme; pues si el proyecto de variacion de Pajares no ha de empeorar las condiciones del trazado primitivo bajo este punto de vista, y dudamos que á tanto se atreva la Empresa, aunque bien puede atreverse, sabido es que el radio constantemente empleado para contornear aquellos angostos barrancos no pasará de 300 metros, lo cual bastará por sí solo para imposibilitar una explotacion como la del camino italiano, dado que por otros conceptos pudiera establecerse. Pero tampoco esto sucede, pues que en la cuestion de las pendientes, el trazado asturiano tendria aún mayores desventajas. Hemos consignado que la pendiente de $0^m,035$ reina sólo en 2.500 metros; pero ahora hemos de agregar que esto tiene lugar al aire libre, pues en el paso del túnel *dei Giovi* aquella inclinacion no pasa de $0^m,028$, y ella es la que ofrece las mayores dificultades para la explotacion, como haremos constar más adelante, por razones, de todos conocidas; pues bien: en la línea de Astúrias, que como hemos indicado tendrá 23 kilómetros, más de la mitad será de túneles, y reinando en ellos la pendiente de $0^m,035$, no se podrá decir con verdad que está en las mismas condiciones que la renombrada seccion de Busalla á Pontedécimo, pues que en ella la parte cubierta tiene una inclinacion en $^1/_5$ menor que la que para la bajada de Pajares se proyecta. Resulta, pues, que ni en cuanto á curvas, ni en cuanto á pendientes, lo que se intenta por la Compañía, y mucho ménos en extension, puede hallar disculpa en la

seccion que hemos dado á conocer; y como ésta es lo más notable y atrevido que en el mundo industrial se conoce, es evidente que el monumento que, siguiendo una corriente irresistible, podemos llamar dononiano, descollará en notabilidad y atrevimiento sobre todos los demás de su especie, ya que no descuellen por su formalidad ni por su ciencia los autores de un pensamiento, que todavía nos permitimos dudar de que haya quien lo patrocine.

No queremos molestar más la atencion de nuestros lectores con nuevas citas de localidades en que existen explotaciones de esta misma inclinacion, ó algo mayores, que son siempre debidas á circunstancias especialísimas de localidad, y, ó bien de pequeña longitud, ó bien de precaria duracion, cual corresponde á casos provisionales como, por ejemplo: para habilitar el paso de una vía importante por un collado, miéntras se ejecuta el túnel que ha de atravesarlo; para bajar á un paso provisional, miéntras se construye un puente importante de un rio, ó se repone el destruido, etc., etc.; y bajo este punto de vista, apénas hay ingeniero que no haya hecho recorrer á sus locomotoras tramos de $0^m,040$ y $0^m,060$ en pocos centenares de metros durante la construccion de desmontes y terraplenes de alguna importancia. Bajo aquellos conceptos puede citarse la rampa de *Saint Germain-en-Laye*, á las puertas de París, que se explota con locomotoras, pero que tiene solamente un kilómetro de longitud. Los caminos de la *Isla de Francia*, en que llega la inclinacion á $0^m,037$ en una rasante de 1.870 metros; el camino de *Hartlepool*, cerca de *Durham*, en que algun tramo cortísimo llega á $0^m,040$ de pendiente; el paso provisional de las *Montañas azules*, por el *camino cen-*

tral de la Virginia, de *Richmond al Ohio*, en que, de uno y otro lado se establecieron pendientes medias de 0^m,042 y 0^m,049 en longitudes de 3.220 y 3.820 metros; la conocida rampa de *Enghien á Montmorency*, de 0^m,045 y de 1.200 metros, son una prueba de lo que acabamos de decir; podrán citarse como testimonios del esfuerzo que se puede hacer en un caso extremo por la locomotora, pero jamás como ejemplos que conduzcan á nada serio para una explotacion importante y ordenada.

La mayor parte de las noticias que acabamos de presentar están tomadas de la obra de *Explotacion técnica de los caminos de hierro*, del Ingeniero Couche, profesor del curso de construccion de estas vías, en la Escuela de Minas de París, y que sirve de texto en nuestra Escuela de Caminos. Así, pues, no es probable que discrepen mucho los principios profesados por los ingenieros de ambas naciones sobre el límite que conviene emplear en las pendientes de los ferrocarriles, y necesitamos escudarnos de nuevo con la autoridad respetable de aquel texto, para expresar, en resúmen, una opinion, fundada en los antecedentes que el mundo industrial presenta sobre el particular, en frente de planes aventurados, de proyectos de dudoso éxito, áun para los mismos que por miras de determinado lucro los acarician, y de que no queremos sean objeto los sagrados intereses de una provincia que aspira á más altos destinos que el que se le prepara de *ánima vilis* de osados, temerarios ensayos financieros é industriales.

En opinion del autor citado, debe deducirse del conjunto de aquellos ejemplos: «1.° Que es preciso dejar á »un lado las rampas extremas, como las de los pasos »provisionales de los caminos americanos, á las que su

»pequeña extension quita gran parte de su significacion,
»y que, por otro lado, están favorecidas por una adhe-
»rencia excepcionalmente elevada, por las máquinas es-
»peciales que se emplean. La mejor prueba, por lo
»demás, de que áun con esta débil longitud son inad-
»misibles en una explotacion normal y para un tráfico
»importante, es que, despues de haber habilitado estos
»pasos con un carácter temporal, jamás se ha pensado
»en dejarlos permanecer, sino que han sido reemplaza-
»dos á toda prisa por trazados ménos excesivos; son, sin
»embargo, curiosas y dignas de estudio semejantes in-
»clinaciones como medios de acelerar la explotacion de
»un camino de hierro, que por efecto de la importancia
»de algunas obras ú otros entorpecimientos, presentan
»algunas discontinuidades en la época de su termina-
»cion.

»2.° Despues de haber temido demasiado durante
»mucho tiempo las inclinaciones medias, se han fami-
»liarizado los constructores demasiado con la idea de las
»rampas muy fuertes, y esto principalmente porque sólo
»les preocupaba una consideracion: el efecto útil tan
»reducido de la máquina con que habia de todos modos
»que resignarse. Pero esta consideracion no es la única
»que hay que tener presente. Sólo por efecto de una
»observacion continuada de los caminos de fuertes pen-
»dientes se puede formar juicio de la importancia que
»rápidamente crece con la inclinacion, de los inconve-
»nientes, de las dificultades y de las molestas sujeciones
»que consigo llevan. Las influencias atmosféricas afectan
»en estos casos, la regularidad del servicio por un modo
»muy distinto que en los perfiles ordinarios, ya por con-
»secuencia del trabajo casi constante de las máquinas,

»inmediato al límite de la adherencia, ya porque este »límite, en general, es en las regiones montañosas más »bajo y sobre todo, más frecuentemente alcanzado que »en las líneas poco accidentadas. Las exigencias de la »composicion de los trenes en estos casos, por razon del »número de frenos que se hacen indispensables son su- »mamente embarazosas: en líneas de perfil variable »obligan á dejar sobre ciertos puntos un exceso de wa- »gones de esta clase que son inútiles; el empleo de una »máquina en la cola del tren y la aplicacion directa de »frenos de palanca en la mayor parte de los coches dis- »minuyen estos inconvenientes; pero no por eso dejan »de exigir estas pendientes fuertes, estaciones multipli- »cadas, provistas de toda clase de repuestos, para hacer »frente á las necesidades del servicio en la maniobra de »dividir los trenes, llevarlos á los apartaderos; hacen »necesaria la preparacion de máquinas de reserva, la »multiplicacion de tomas de agua, etc., etc.

»3.° Como resúmen de estas conclusiones se puede »dejar sentado que si para líneas de poco tráfico, la in- »clinacion de las rasantes puede llevarse en rigor á »$0^m,030$ ó $0^m,035$, *debe mirarse la inclinacion de* $0^m,025$ »*como límite, que sería de desear no se excediese en líneas* »*importantes*. La Comision técnica de la Union de los »caminos de hierro de Alemania se mantiene en este »límite, *lo mismo para las líneas principales que para* »*las secundarias*, y sólo otorga concesiones, para los ca- »minos de interés local, en lo relativo á curvas, cuyo »radio puede descender á 150 metros, con ciertas res- »tricciones, sin embargo.

»Este límite se ha aceptado para el camino del *San* »*Gothardo* que debe ser franqueado por un subterráneo

»de 14.900 metros de longitud, al que se llegará por »medio de rampas de 0m,025 y curvas de 300 metros, »como radio mínimo, condiciones muy semejantes á las »del paso del Brenner. Si las curvas en algun caso po- »drian bajar á 200 metros, segun parece, ha de ser con »la condicion de no coincidir con la inclinacion máxima »de 0m,025 que queda señalada.»

DISCUSION SOBRE ESTE LÍMITE DE LAS INCLINACIONES.

Pasa el ilustrado autor en cuyos juicios nos venimos apoyando, en concepto de algunos hombres de ciencia, por enemigo un tanto sistemático del empleo de las pendientes fuertes en los ferrocarriles, y con eso se quiere desvirtuar el efecto de sus afirmaciones que, á la verdad, no tienden á otra cosa que á moderar ó contener los irreflexivos ímpetus de los que quieren llevar hasta un límite absurdo, ó por lo ménos comprometido, la economía en la construccion de los caminos de hierro, disfrazándola con otra economía que parece que debe resultar para el público en la disminucion del recorrido que la elevacion de las pendientes lleva consigo; pero esta especie de acusacion no es exacta, y más bien puede asegurarse que contagiado por las influencias del espíritu reformador que por doquiera se advertia, llevó su tolerancia al fijar los límites trascritos más allá de lo que á las líneas importantes conviene, si han de ser objeto

de una explotacion ordenada. La experiencia ha venido á demostrar que si la pendiente de $0^m,025$ constituye un hecho de que no se puede prescindir en las líneas de gran frecuentacion que la contienen, como la del Brenner, la de Bolonia á Pistoïa, la de Alais á Brioude, el tráfico le rechaza, cuando se le presenta ocasion, como sucede en la línea de Viena á Trieste que el mismo autor cita, en que por el rodeo que la seccion de OEdimburgo á Nagy-Kanisa ofrece, encuentran las mercancías el modo de evitar el paso del Semmering.

La reaccion consiguiente al movimiento científico que llevó á aumentar de una manera inconsiderada la adherencia de los motores, ha venido á demostrar que no está en ese importantísimo accidente la dificultad que el aumento de las pendientes lleva consigo, sino en la pequeñez extraordinaria de la carga que en esas circunstancias pueden arrastrar aquellos. Esta reduccion en la carga que en cierto modo crece á medida que aumenta la pendiente, representa un aumento en sentido inverso de los gastos de la explotacion; y de aquí se deduce una verdad inconcusa, que á pesar de que raya en los linderos de la vulgaridad, resume y condensa en sí los adelantos de la ciencia. Entre dos ó más trazados que puedan idearse de un punto á otro, el gasto que ocasiona el arrastre de la tonelada por cada kilómetro, es tanto mayor cuanto más accidentado es el perfil, pues que la carga de la máquina disminuye á medida que la intensidad de las rampas aumenta. Verdad es que al trazado más conveniente bajo este punto de vista, que siempre es el de las pendientes más limitadas, suele corresponder un gasto mayor de establecimiento, y por tanto el aumento que esto produce en las atenciones que los ren-

dimientos de la explotacion deben cubrir, compensa la anterior ventaja y da lugar al problema que aún está sin resolver de una manera satisfactoria, de determinar cuál es el trazado conveniente, para una línea que satisfaciendo á las condiciones de *velocidad* y *seguridad* propias de su destino, dé lugar al mínimo gasto anual, tanto por razon de explotacion como del interés del capital empleado en su construccion.

No hemos de engolfarnos en consideraciones científicas, tratando de exponer el estado de adelanto en que esta cuestion se halla; su resolucion, en la mayor parte de los casos, ni siquiera depende de condiciones técnicas, que puedan fijarse á voluntad. Son muchos los elementos que hay que tener presentes, referentes unos á las condiciones, tan variadas de suyo, de los motores que han de recorrer las líneas, otros á los elementos que lleva consigo el establecimiento de la vía, y áun á la influencia que en el estado de éste tienen las variaciones atmosféricas, y es por lo tanto muy difícil tenerlos en cuenta; pero al fin, se pueden establecer hipótesis, más ó ménos aventuradas, áun á riesgo de que la experiencia las desautorice por completo. Mas hay un elemento que influye de una manera decisiva en el resultado que se busca, que es el *tráfico*, y éste es el que, no solamente escapa más fácilmente á la exactitud de una apreciacion anticipada, sino que introduce en los cálculos una perturbacion difícil de evitar, pues que, siendo un dato que necesariamente hay que tener en cuenta para la resolucion del problema, es á la vez influido por ésta, de tal manera, que suelen variar por completo sus condiciones anteriores; es decir, que ciertas condiciones de un trazado, deducidas rigurosamente del tráfico probable que se

le debe suponer, pueden dar lugar, obrando despues so bre el tráfico, á que éste disminuya considerablemente ó desaparezca por completo. Esto prueba la exquisita prudencia con que hay que proceder al fijar los datos de este problema en lo que á estos importantes elementos hace referencia, y en todo caso es incomparablemente preferible mejorar las condiciones de establecimiento del trazado, porque mediante éstas puede aumentar el tráfico y, si no de pronto, llegarse con el tiempo á obtener los rendimientos que tal vez no se alcanzan desde luégo, al paso que las malas condiciones del trazado no tienen arreglo y si dan lugar á la disminucion ó á la supresion del tráfico, se pierde por completo toda esperanza de salvacion en el negocio. Los gobiernos subvencionan ciertas líneas de interés general, precisamente para suplir á esta influencia que en muchos casos puede presumirse en el tráfico, y no hay que perder de vista el efecto de este auxilio sobre la masa general de los gastos del camino, respecto del cual, más adelante diremos algunas palabras con aplicacion á nuestro caso, en el que el tráfico no debe tenerse en cuenta para nada.

Pero no hemos de dejar de decir que, bajo este punto de vista, el autor cuyas huellas hemos seguido, es demasiado severo, y no concede al establecimiento de cada línea más condiciones, que las que correspondan á la relacion que hemos manifestado que debe haber entre toda clase de gastos y los rendimientos del camino. Enemigo, por consiguiente, de las subvenciones, niega el *derecho al camino de hierro* á aquellas localidades que no reuniendo las condiciones topográficas que se necesitan para que los gastos de explotacion sean cubiertos con los rendimientos del camino, es decir, para que la industria

de los trasportes viva por sí, invocan una mal entendida justicia distributiva, para pretender que no se las deje relegadas del movimiento general, sólo por el hecho de ser capitales de provincia ó cabezas de partido. No discutiremos, por ahora, esa opinon, que siendo generalmente aplicada, mereceria tal vez nuestra aprobacion, pero que envuelve la mayor iniquidad cuando se aduce para negar á una comarca lo que se ha concedido á todas las demás; pero llamamos la atencion sobre ella, para que se comprenda que quien así se expresa, ha de llevar el más alto grado de condescendencia con las pendientes fuertes, el límite que señala como conveniente para los casos extremos, supuesto que á medida que él crece disminuyen los gastos de establecimiento, en cuya reduccion, casi exclusivamente, encuentra la posibilidad de ejecucion de una línea; así es que no vacilamos en asegurar que la pendiente de $0^m,025$ en que M. Couche se detiene, como límite de que no se debe pasar en las líneas importantes, es aún demasiado exagerada y no debe alcanzarse en grandes extensiones. Tenemos en nuestro apoyo la experiencia, y aunque ya no se puede citar muchas líneas de verdadera importancia, porque casi todas están construidas, vamos á probar con el estudio de aquellas que hoy ocupan la atencion de Europa, que el movimiento que hace años se inició en favor de las fuertes pendientes, está muy en baja, caminándose por el contrario á la reduccion de ellas; verdad es, que no puede suceder otra cosa despues que todo el mundo se apresura á renegar de la seccion del Semmering, que puede decirse es el tipo clásico de las grandes pendientes, por la época en que se estableció y las controversias á que dió lugar.

Sabida es la importancia que para el comercio europeo tiene la cumunicacion del reino de Italia con las demás naciones, y á esto se debió el gigantesco esfuerzo que dió lugar al enlace de aquélla con Francia, por medio del camino de hierro que atravesó el Mont-Cenis, produciendo una de las obras más atrevidas de los tiempos modernos. De esta línea hemos dado cuenta y á nuestros lectores consta, que en ella han tenido aplicacion las rampas de 0^m,030 que se habian calculado de 0^m,035 en el primitivo proyecto de la obra. Pero esta arteria de gran comunicacion, que sirve para una gran parte de la Francia no podia satisfacer á la region del Norte, en donde precisamente se acumula la riqueza que puede ser cambiada con la de la península italiana, ni proporciona servicio á los importantes puertos del Oeste, desde el Hâvre hasta Dunkerque, por cuyo motivo el genio colosal de esta nacion emprendedora, pensó hace mucho tiempo, descubierto ya el secreto para perforar las entrañas de los Alpes, en la construccion de una línea que pusiese en comunicacion directa el centro de la Italia del Norte, con aquellas importantísimas comarcas, atravesando por su medio el territorio de Suiza. El alcance de esta vía sería de mucha trascendencia, pues que arrancando de la capital de Lombardía, y dirigiéndose rectamente por el Simplon y Lausanne á la capital de Francia, no sólo prestaria servicio á los puertos nombrados, sino que arrebataria á las líneas alemanas, gran parte del comercio que hacen con los puertos de Anvers, Amsterdam, Rotterdam y Hamburgo; así debió comprenderlo la nacion vecina, cuando por acuerdos repetidos del Cuerpo legislativo en 1870, se determinó poner manos á la obra con toda actividad. Pero esta fecha, fatal

para el Imperio, que presidia aquellas negociaciones, lo fué tambien para la ejecucion de este grandioso proyecto. El tiempo que la Francia tuvo que emplear en reponerse de los desastres de aquella guerra, lo aprovechó su rival para oponer á la solucion del Simplon, de que tantos beneficios habria de reportar Europa, y en particular la Francia, otra solucion que diese resultados parecidos ó semejantes al comercio general, pero, en inmediato provecho de la Alemania, y entónces nació el proyecto de atravesar los Alpes por el monte de San Gothardo y penetrando en el corazon de Suiza, establecer una comunicacion más directa con Alemania y los puertos del Norte, por Zurich, Lucerna y Basilea. El Imperio vencedor, se dió gran prisa á establecer las convenciones mediante las cuales, habrian de sufragar los gastos las naciones interesadas, y se formalizó un proyecto que seguramente se resiente de la premura con que este asunto fué empujado hasta su terminacion. No fué acaso el mayor de los yerros cometidos, el de tomar por base de los cálculos un presupuesto de gastos, en que—por lo menos—se padeció una equivocacion de cuatrocientos millones de reales en su estimacion, constituyendo hoy ese déficit una de las dificultades más serias para la ordenada marcha de la empresa.

Otro más trascendental se cometió y de éste nos importa ocuparnos, porque tiende á establecer la verdad, en la enseñanza que nos prometemos obtener del estudio de estas obras, y como veremos más adelante, ha servido ya para introducir en los proyectos del camino del Simplon, modificaciones tales, que tal vez indemnicen á la riqueza pública en Francia, de los quebrantos que por causa de la sensible paralizacion aludida, ha

experimentado. Nos referimos á la fijacion de la altura de la rasante del túnel que se habia de hacer en el collado de Lukmanier, que propiamente es el nombre del paso elegido en las inmediaciones de San Gothardo, y es de advertir que con ella se dió un paso gigantesco en el camino de salvacion, en que modesta, pero resueltamente nos encontramos. Ya lo hemos dicho: la experiencia afortunada del Mont-Cenis, dió alientos para proponer eu Lukmanier un paso subterráneo de 15 kilómetros, en lugar de los 12 que aquél tenía, y este aumento considerable de gasto, proporcionó el medio de reducir á $0^{m},025$ el límite de las rampas de acceso, que la vía habia de ofrecer por una y otra parte. No es dudoso, por lo tanto, que los ilustres ingenieros que tuvieron á su cargo la fijacion de estos elementos, pensaron que la rebaja de *cinco milésimas* en estas importantes rampas, respecto de las de San Miguel á Modane y de Bardoneche á Bussoleno, valia la pena de ser comprada con los *cincuenta millones* de reales que habria de costar el exceso de longitud que sobre el túnel de Mont-Cenis ofrece el túnel de San Gothardo. Y hoy que la perforacion de este, ha puesto en evidencia, mayores facilidades para esta clase de operaciones, y que otro aumento análogo no impondria mayores sacrificios, preguntaríamos al señor Couche: ¿Deberia el arte quedarse en el límite de $0^{m},025$ que señala usted para las rampas, economizando la construccion de 3 ó 4 kilómetros de túnel, ó más bien se aceptaria ese sacrificio, para asentar otra etapa en el camino de reduccion que hay que recorrer, para vernos libres de los pretendidos adelantos de una ciencia irreflexiva? Para nosotros la contestacion no es dudosa y vamos á darle confirmacion autorizadísima, volviendo á la

historia del camino del Simplon, interrumpida por el suceso á que nos hemos referido. La enseñanza es elocuente, y á ponerla de manifiesto dedicamos la figura número 7 de la lámina que acompaña.

Representa ésta el plano ó sea la proyeccion horizontal de un trazado que para la travesía del Simplon presentó la Compañía de la línea de Italia que allí concurre, por medio de un proyecto cuidadosamente estudiado. La línea se circunscribe á la distancia de 80 kilómetros que media, á la pendiente admitida, entre Gliss-Brigg en Suiza y Domo de Ossola en Italia, y debió concebirse en el período álgido de las pendientes fuertes, pues que casi constantemente, á la subida como á la bajada, se emplea la inclinacion de $0^{m},04$. Verdad es que el túnel que podria rivalizar con los de San Gothardo y Mont-Cenis, se suprime, pues el que aquel proyecto se proponia no pasaba de 4.643 metros. El atrevimiento que faltó para proponer esta obra maestra del trazado vertical, se ostentó en el horizontal, porque no sólo descienden muchas curvas á ménos de 300 metros de radio y áun á 200, sino que en muchos casos se suprime el radio, pues que se cuentan hasta trece puntos de retroceso, amen de algunas vueltas en que el trazado recorre debajo de tierra las tres cuartas partes de la circunferencia. ¡Gracias á Dios que lo hemos encontrado! Hé ahí un trazado verdaderamente peor que el que la Compañía de los ferrocarriles de Astúrias, Galicia y Leon podrá presentar para el paso de Pajares. Pero por eso mismo, podremos añadir, no se ha llevado á cabo.

Y debiendo abandonarse, al traerlo al terreno de la práctica, este producto romántico de una imaginacion exaltada con la consideracion de las fuertes pendientes,

uno de dos caminos habia que seguir, y de ámbos nos dan razon los anales de la ciencia; uno, consistente en prescindir del empleo de la locomotora por el esfuerzo propio de su adherencia, empleando los medios propuestos por Fell ó por Agudio, segun el cual, el proyecto aludido redujo su longitud á 48 kilómetros, elevando las rampas á 0^m,08, con lo que se suprimian todos los retrocesos ménos uno, y se conservaba la misma longitud del túnel de la divisoria, resto de consideracion á las tradiciones *tunélicas* de los Alpes, que es preciso agradecer, porque con un aumento de ménos de una milésima en la pendiente, se le hubiera, con mucha facilidad, suprimido por completo; y el otro, reducido á no acordarse de este proyecto para nada, dando á los nuevos estudios un giro enteramente opuesto al que á estos otros tan originales ha servido de base, y así se ha practicado.

El ingeniero jefe de la Compañía del Canton de Vaud, que sustituyó á la primitiva del Simplon, que tuvo que declararse en quiebra, tiene preparados los convenientes estudios para poder estar en disposicion de ejecutar las obras, cuando llegue el momento favorable. Segun la relacion que M. Coéne hace en la Memoria que acaba de dirigir al ministro de Obras públicas de la vecina República sobre el estado de los caminos suizos, la parte de línea correspondiente á la Suiza, que comprende 37 kilómetros y se extiende desde Brigg hasta la boca del túnel que ha de atravesar los Alpes por el Simplon, se halla próxima á su completa terminacion, y dentro de poco tiempo (1878) sólo faltará por hacer el túnel y las líneas de la vertiente italiana, ó sea entre el Simplon y Domo de Ossola. El ilustre ingeniero que tan recientemente ha proyectado estas obras, última palabra, por ahora, del

arte y de la ciencia de las construcciones, nos ha suministrado de una manera brillante la confirmacion que ántes ofrecimos, de nuestras opiniones. Para él no han sido hechos más ó ménos portentosos las perforaciones del Mont-Cenis y del San Gothardo, sino que le han proporcionado los fundamentos de la base de su hermoso proyecto. El túnel del Simplon tendrá 19 kilómetros y 870 metros de longitud, y este esfuerzo inteligente proporciona el medio de establecer la rasante á la altura de 619 metros sobre el nivel del mar, que es la cota correspondiente á las dos bocas, en lugar de 1.109 y 1.145 que son los que corresponden á los dos frentes del San Gothardo, y 1.197 y 1.292 que á los mismos puntos del túnel del Mont-Cenis afectan. Aquel paso ofrecerá toda clase de comodidades, por razon de los temporales que apénas se dejan sentir á la mitad de la altura de las rasantes de los otros túneles alpinos, y no será pequeña ventaja la que con eso podrá ofrecer á la competencia en determinados casos; pero la principal, la que comprará aquella Compañía con el exceso de gasto que este túnel ocasionará sobre los dos que le preceden en el órden de los tiempos, está en la inclinacion comodísima, que se puede dar á las rasantes de acceso, por una y otra parte. Desde luégo, las rampas del lado de Suiza no exceden de $0^{m},010$ á $0^{m},011$ por metro, y sobre la vertiente italiana, los estudios practicados hacen creer que con la pendiente de $0^{m},020$ en una extension de 16 kilómetros habrá suficiente desarrollo para bajar á la llanura, no pasando de $0^{m},010$ á $0,^{m}012$ las que han de continuar para llegar á Domo de Ossola. En estas condiciones, opina el autor de quien tomamos esta noticia, que la explotacion puede hacerse con una economía y

una facilidad incomparablemente mayores que por el San Gothardo, dudiendo los trenes marchar con gran velocidad, y sin riesgo alguno, supuesto que las líneas estarán trazadas más favorablemente que en las mismas avenidas del Mont-Cenis.

Así, pues, los que acusan á M. Couche de parcialidad en contra de las pendientes fuertes, quedarán convencidos de que sus prescripciones son tenidas por muy laxas, por los que se esfuerzan en dotar de buenas condiciones para el tráfico á líneas tan importantes como la del Simplon ha de ser. Será más cuerdo, en vista de los escarmientos que las pendientes fuertes han proporcionado y del arrepentimiento de sus parciales, conservar la inclinacion de $0^m,020$ como máximo de la que deben ofrecer las líneas en que se quiera tener una explotacion económica y bien ordenada. Y como esta pendiente es precisamente la que tiene la bajada de Pajares, segun el proyecto aprobado, resulta que la empresa novísima de Astúrias, Galicia y Leon pretende abandonar esa ventaja, por ahorrar un gasto de 40 millones de reales, cuando la Empresa del Simplon gasta más del doble por obtenerla. No hemos de decir nosotros cuál de las dos Empresas responde mejor á las miras de los respectivos Gobiernos, que han puesto en su mano el desarrollo de la riqueza y el porvenir de comarcas igualmente dignas de consideracion y respeto; pero no ocultaremos el sentimiento de noble envidia que nos causan los habitantes del nuevo reino de Italia y de la libre Suiza, que de una manera tan inteligente ven administrados sus comunes intereses.

Y no se vaya á decir que sólo en las líneas de primera importancia, á cuya construccion acaso concurre el es-

fuerzo de varias Naciones, como en los que acaban de ocupar nuestra atencion sucede, se deben hacer sacrificios más ó ménos cuantiosos por disminuir la inclinacion de las pendientes, pues la tendencia hoy es general é irresistible. Tenemos un ejemplo recentísimo de que dar cuenta á nuestros lectores, y con él se comprueba el esmero con que en la Europa central se trata de disminuir, en lo posible, el empleo de las fuertes pendientes, teniendo por un sacrificio reproductivo el gasto que impone una construccion más esmerada, con tal de que se obtengan condiciones más favorables para la explotacion. Por el año de 1874 se trató de establecer una línea de ferrocarril que, atravesando la frontera de Bohemia y Baviera, pusiese en comunicacion las cuencas de los dos mayores rios de aquella parte de Europa, el Danubio y el Elba, formando un lazo de union entre dos comarcas tan ricas en productos naturales. El aumento de pedidos de carbon de Bohemia para el Sur de Baviera, y el rápido crecimiento de la fabricacion de cristales en aquel antiguo reino, reclamaban un nuevo medio de comunicacion, y aunque la obra presentaba muchas dificultades en su construccion, se decidió llevarla á cabo. Dos estudios se disputaron desde luégo la preferencia, diferenciándose tan sólo en el límite de las pendientes que para cada uno se adoptaban, por lo cual solamente discreparon en el paso del monte de Spitzberg, que era el punto en que aquéllas tenian importancia. La parte comprendida entre Pilsen y Neuern, en que la inclinacion de las rasantes era moderada, se emprendió desde luégo y pudo ser entregada al tránsito en el año de 1876. Para la seccion de Neuern á Einssestein, en que se encuentra el paso de Spitzberg á unos 850 metros sobre el nivel del

mar, se estudiaron dos trazados que fueron ardorosamente defendidos: en el uno, procurando cierta economía en los gastos, el túnel con que se atravesaba aquel collado tenía unos 900 metros de longitud, y para llegar á él por uno y otro lado, se proponian rampas de 0^m,019 por metro. El otro trazado colocaba más baja la traza del túnel elevando su longitud próximamente al doble, por lo que permitia el empleo de rampas que pasaban muy poco de 0^m,016 por metro. Este último, naturalmente, era mucho más caro; y á pesar de eso, los centros industriales y las Compañías de ferrocarriles con quienes la nueva línea deberia empalmar, manifestaron su opinion favorable á este trazado y fué acordada su construccion, que se llevó resueltamente á efecto, hallándose en explotacion en su totalidad desde hace poco más de dos años. Creemos que la repeticion de estos ejemplos tan importantes, prueba suficientemente que la verdadera tendencia de la ciencia se dirige hoy á reducir las pendientes, cuya inclinacion hace pocos años fué impremeditadamente preconizada.

Pero como toda excepcion confirma la regla, hemos de ser bastante francos para declarar que el movimiento general que advertimos, y en que se apoyan nuestras observaciones, sobre todo en lo que hace relacion á los caminos de interés general, ó en que se presume una activa frecuentacion, tiene una excepcion en los brillantes y concienzudos estudios practicados entre nosotros para el paso, ó mejor dicho, los pasos del Pirineo Central. En éstos se propone el empleo de la pendiente de 0^m,035 en extensiones considerables, desconocidas hasta el presente en los caminos que se explotan en el mundo, como puede verse por la sumaria reseña que dejamos

hecha. Reconocemos que las líneas con este objeto proyectadas, pueden servir de precedente y competir con la variacion que para la bajada de Pajares intenta la Empresa concesionaria, porque aunque en lo relativo á pendientes, la ventaja de la novedad todavía estaria en favor del retoño asturiano, pues que en las líneas del Pirineo, las extensiones en que el trazado se halla en rampa superior á 0^m,033, no pasan de 8,50 kilómetros en la línea de Canfranc y 15,50 kilómetros en la de Salcort (elevándose á 23 kilómetros, como ya hemos dicho, las que llegan á 0^m,035 en la otra); hay en aquellas el atrevimiento, que no nos consta se trate de llevar á cabo en Pajares, de reducir á 150 metros el radio de las curvas, lo cual echa por tierra todas las precauciones que encarga M. de Couche con tanto esmero. Se nos ha dicho que las condiciones impuestas al otro lado del Pirineo obligaron, mejor que autorizaron, á los ingenieros españoles á llegar á los límites expresados; y á esto no nos ocurre otra cosa que lamentar el no haber tenido la suerte que los ciudadanos del canton de Vaud tuvieron al encontrarse con el trazado hecho para el paso del Simplon por la Compañía del ferrocarril de Italia, que, á pesar de sus pendientes de 0^m,040, y sus curvas de 200 metros y sus retrocesos, no les estorbó para proyectar y llevar á cabo en su territorio la hermosa línea que hemos descrito. Respetamos, pues, y como excepcion lo dejamos fuera de cuenta, este notable estudio; y para terminar estas consideraciones, sólo debemos hacer una observacion á las siguientes frases de M. Couche: «En »cuanto á las grandes líneas, se hará bien en construir»las *á todo coste*. Los pasos de los Alpes, Mont-Cenis, »Brenner *(y no cuento el Semmering, que hoy no se cons-*

»*truiria)* los Altos Pirineos *(á condicion de elegirlos me-*
»*jor)* no hubieran podido demorarse más tiempo sin
»comprometer intereses, cada vez más apremiantes.»
¿A qué pasos de los Pirinéos se referiria? ¿Constituiria esta propuesta la mejor eleccion que él recomendaba?

INCONVENIENTES DE LAS PENDIENTES FUERTES.

Hemos dado á conocer los casos todos en que se ha propuesto, ó aún se medita proponer, el empleo de las fuertes inclinaciones, en las diversas partes del mundo adonde llegan las investigaciones estadísticas de los autores que tratan esta importante materia; y para que los ejemplos sean más saludables, parécenos conveniente decir algo acerca de las facilidades que presenta la explotacion de las pendientes elevadas, aunque no lo sean en tanto grado como las que en el puerto de Pajares se trata de establecer, ó lo sean en extension muchísimo más reducida.

I.

COMODIDAD Y SEGURIDAD DEL SERVICIO.

Máquinas de refuerzo.—Cuando en un camino de hierro de cierta extension, en que reina por lo general

una inclinacion moderada en sus pendientes, existe una seccion de pendientes excepcionales, como sucederia en el de Leon á Gijon, si se adoptase el proyecto que combatimos, es indispensable, para atravesarla, practicar un cambio fundamental en el sistema de traccion, lo cual suele imponer las necesidades siguientes: 1.ª, el fraccionamiento del tren, que será indispensable al salir de una region en que, por caso raro, alguna rampa excederá poco de $0^m,015$, para entrar en otra que, constantemente, presente la de $0^m,035$; 2.ª, la aplicacion de un refuerzo, que podrá consistir en hacer la sustitucion de la máquina por otra de mayor potencia, ó en agregar el esfuerzo de una segunda máquina, ó de más, al de la primera. En este caso, cualesquiera que sean las condiciones del tráfico y la organizacion del servicio de traccion sobre las rampas de gran inclinacion y mucha longitud, el remolque, en concepto de las personas que tienen autoridad sobre la materia, debe hacerse en *doble traccion*, y esto, muy principalmente, para conseguir que una máquina vaya constantemente en la cola del tren.

1.ª Para que se comprenda que el fraccionamiento del tren será indispensable, diremos que de los experimentos practicados con una máquina de ocho ruedas acopladas de la Compañía del Mediterráneo (Francia), resulta que las cargas que se pueden arrastrar, á la velocidad de 15 kilómetros por hora, están con la inclinacion de las rampas en la relacion siguiente:

Rampas: por metro.	0,000	0,005	0,010	0,015	0,020	0,025	0,030	0,035
Cargas: toneladas....	2.330	865	492	348	252	198	157	127

es decir, que un tren compuesto para las rampas de

0m,020, á que no se llega en el resto de la línea, contiene justamente doble carga que la que á la inclinacion de 0m,035 corresponde, y, por consiguiente, es forzoso su fraccionamiento al llegar al Puente de los Fierros. Resulta de aquí, que el paso de la seccion exigirá un aumento de tiempo, representado, por lo ménos, por la cantidad que tarde un tren en recorrer la distancia que media entre las dos estaciones contiguas más separadas entre sí de dicha seccion, toda vez que en Busdongo habrá de componerse otra vez el tren, con arreglo á la velocidad normal de la línea. Y no hay para qué decir que, en los supuestos admitidos, el tren tardará dos horas para trasladarse del Puente de los Fierros á Busdongo, á lo cual habrá que agregar otra hora, por razon de las maniobras de fraccionamiento y nueva composicion de tren, y del resguardo de estacion á estacion que deben llevar en el recorrido las dos partes en que aquél se ha descompuesto.

2.ª En lugar de fraccionar el tren puede conservarse absolutamente su composicion, aplicándole los refuerzos convenientes. Advirtamos que no es raro, ni siquiera insólito, el que á un mismo tren se aplique el esfuerzo de dos ó más máquinas, además de la que naturalmente le corresponde. Acerca de este punto, han adelantado tanto las costumbres de la explotacion, que no podemos ménos de llamar la atencion de nuestros lectores, sobre las opiniones de dos personas que, con muy justo motivo, son tenidas por autoridades respecto de este particular. El ilustre presidente del Gobierno de la República vecina, M. Freycinet, que es un ingeniero distinguidísimo, estuvo, en algun tiempo, al frente de la explotacion de los caminos de hierro del Mediodía (Francia) y

siempre fué opuesto á la doble traccion, de manera que, cuando por la excesiva rigidez de una pendiente, pudiera temerse que la carga del tren llegase á romper los enganches, aconsejaba que aquél se fraccionase, para que cada nuevo reducido tren, fuese *arrastrado por una sola* locomotora, y así se practicaba en las rampas, relativamente pequeñas que entónces presentaba el camino de París á Lyon, de que dicho ingeniero estaba encargado; y para fundar su opinion, daba la explicacion siguiente, que copiamos de su ingeniosa obra *Sobre las pendientes económicas de los caminos de hierro*.

«El empleo de dos máquinas enganchadas una á la cabeza y otra á la cola del tren, por no fraccionar éste, podria prevenir el peligro de la rotura de los enganches de los wagones, pero, ofreceria inconvenientes de otro género. Ha sucedido, por ejemplo, en la rampa de *Rive-de-Gier*, que un tren así remolcado *hizo panza*, súbitamente, durante la marcha, es decir, que la máquina zaguera, tratando de ir más de prisa que la delantera, empujó contra ésta el tren, cuyo centro saltó de la vía. Puede asegurarse, de una manera general, que los dos maquinistas, separados por el tren, se entienden con mucha dificultad para arreglar su marcha; y hablamos de dos máquinas y no de mayor número, porque *habria inconvenientes y áun peligros, en enganchar más de dos máquinas á la vez á un tren de viajeros*, cosa que, por otra parte, *la Administracion pública no consentiria.*»—
No nos consta si hoy, que este ilustre sabio y hombre de Estado, se halla al frente del Gobierno de su patria, aplica principios tan severos á este importante ramo de la Administracion; pero, lo que podemos decir es que, no sólo en opinion de M. Couche, á quien con respeto se-

guimos en el curso de este trabajo, no hay inconveniente en que una máquina vaya empujando, al subir una rampa, sino que, precisamente la doble traccion debe practicarse siempre que haya necesidad de refuerzo, para que, como queda dicho, pueda ir una máquina en la cola; y además, el empleo de tres locomotoras en las grandes rampas está enteramente generalizado, como se verá por algunos ejemplos que tenemos que citar.

Queda apuntado el principal objeto de la colocacion de una máquina en la cola, que es una garantía de salvacion para el tren, en el caso de que, por un accidente cualquiera, se rompa algun enganche y baje desmandada la parte inferior de aquél, accidente que produciria bien pronto su completa destruccion, dada la enormidad de la pendiente, que se supone quiere emplear la Empresa concesionaria de nuestro ferrocarril (porque en este momento, nos falta valor para atribuirle, por cuenta propia, ese propósito) y la insuficiencia del radio de las curvas, para prevenir un descarrilamiento en estas desgraciadísimas circunstancias. Pero, si la máquina colocada en esa disposicion, que tanto censuraba M. Freycinet, es una garantía, no es un remedio, porque el desenganche, ó la rotura que lo produzca, puede estar al principio del tren, y descansando entónces todo el peso de la mayor parte de éste, sobre una máquina, *que no debe tener fuerza por sí sola para soportarlo*, es lo seguro que cediendo á la pesadumbre de aquél, bajaria tambien desmandada, aumentando con su masa los peligros de tan espantosa carrera. Por esto no debe jamás abandonarse la precaucion de dotar á cada tren del suficiente número de frenos, para que, *con*

auxilio de la máquina de cola, se pueda abrigar la seguridad de detenerle, en el momento que ocurra un percance de esta clase.

¿Pueden ocurrir estos percances? Temeridad sería contestar negativamente á esta pregunta, que sólo inquiere una posibilidad; tampoco á nosotros nos asalta la duda, pero, desautorizados por nuestra falta de competencia, para asentar una afirmacion tan grave, damos esta forma á la cuestion, para que con muda y aterradora elocuencia puedan contestar los hechos. Veamos lo que se desprende de algunos que extractamos del abundante arsenal en que tomamos nuestras armas, que no es otro que el que explotan y usan los alumnos de nuestra Escuela de Ingenieros de Caminos.

La seccion del ferrocarril de *París á Lyon*, comprendida entre *Amplepluis* y *Tarare*, de que hemos dado conocimiento á nuestros lectores anteriormente, por las rampas de $0^m,026$, que la han dado celebridad, fué entregada al tránsito público, el 19 de Octubre de 1868; véase lo que sucedió á un desventurado tren de mercancías el 31 de Mayo de 1870, á los veinte meses, por lo tanto, de hallarse organizado el servicio. «Salió aquél de Tarare con 58 wagones, que cargaban 348 toneladas: dos máquinas de seis ruedas acopladas iban á la cabeza, y otra á la cola del tren. Entre Tarare y el subterráneo *du Sauvage*, se cortó el tren por causa de la rotura de la traviesa posterior del octavo wagon; los 48 quedaron cargando sobre la máquina trasera, empujaron á ésta con su peso y la hicieron retroceder, pero merced á su esfuerzo combinado con el de los numerosos frenos que el tren llevaba, se logró detener la fraccion de tren, despues de una marcha retrógrada de 400 metros. Arre-

glado el desperfecto, el tren se puso de nuevo en marcha, pero á los 600 metros se repitió la rotura del enganche: nueva reparacion, nueva salida del tren; y 400 metros más allá, tercera rotura que tambien fué reparada. La precaucion que generalmente se usa en esos casos, aunque tardía, persuadió á los maquinistas á no dejar el refuerzo, ni áun en la bajada de Amplepluis; pero este tren estaba señalado por la desgracia, porque abandonando esta Estacion, volvió á romperse el enganche por el quinto wagon, á contar desde la cola. Se discutió mucho sobre las causas del accidente, y se vino á dejar sentado que, cuando un tren exigiese el concurso de tres máquinas, se colocasen dos á la cola y no á la cabeza, como generalmente se hacía, y en otras partes se practicaba; nosotros retiramos la enseñanza de los accidentes á que puede dar lugar la explotacion de una rampa de $0^{m},026$, de ménos de 5 kilómetros de longitud, y horrorizados preguntamos: ¿qué podrá suceder en otra, cinco veces más larga y de $0^{m},035$ de inclinacion? Hay que advertir que, á pesar de cuanto aquella triste experiencia debió aprovechar, no fué aquel el último, como no habia sido el primero, de los percances ocurridos en aquella línea.

El 16 de Marzo de 1871, un tren de 53 wagones vacíos, remolcado por dos máquinas de seis ruedas, una á la cabeza y otra á la cola, caminando de *Mouchard* á *Pontarlier*, fué detenido en el kilómetro 418, por un considerable monton de nieve, y por efecto del choque, se rompió el enganche del cuarto con el quinto wagon. La máquina de cola, no hubiera podido contener sobre aquella rampa los 49 wagones separados de la cabeza, y se evitó el desmandamiento de aquella enorme masa, acu-

diendo á un remedio tan malo como la enfermedad. El maquinista abrió repentinamente el regulador, con lo que se produjo una impulsion por la máquina que dió lugar al descarrilamiento de los cinco wagones que inmediatamente la precedian; dos de ellos salieron de la vía y se hicieron añicos, rodando por un terraplen de 10 metros de cota: pero los otros tres, enterrados en la plataforma constituyeron un freno poderoso que contuvo definitivamente el tren. Nos parece poco prudente fiar en esta clase de frenos, pero sobre todo, poco agradable dar ocasion á que los viajeros puedan proporcionar materia para ellos.

Dos dias ántes, en la prolongacion de esa misma línea explotada por la Compañía suiza, se evitó milagrosamente una catástrofe horrorosa. Treinta y dos wagones, atestados de militares franceses que volvian á su patria, se desprendieron de la máquina, por efecto de la rotura de su enganche, retrocedieron desmandados, adquiriendo una velocidad espantosa, y la fortuna de no tropezar con obstáculo alguno en aquel viaje imprevisto, y la circunstancia de no existir curvas de corto radio en aquella seccion permitieron al tren llegar á Travers, en cuya estacion, fué fácilmente detenido. Hay que advertir que este tren no llevaba máquina de cola.

Por la misma época, en la línea directa de *Nimes á Paris*, un tren subia la rampa de Villefort (0^m,025 de inclinacion, segun queda apuntado) llevando á la cabeza y en la cola, poderosas máquinas de ocho ruedas acopladas. Rompióse el enganche del tender de la primera, y ni el esfuerzo de la otra, ni el excesivo número de frenos que el tren llevaba, evitaron que éste retrocediera y se desmandase por aquella pendiente que recor-

rió hasta la estacion de Villefort, en donde, por el choque con el material estacionado, descarriló, produciendo el accidente la muerte del maquinista. Tambien se discutió mucho, para ver como se echaba la culpa del percance á todo, ménos á aquello que realmente la tenía, que era el uso de las pendientes excesivas, pues como se deduce de lo dicho, en aquel caso se habian tomado todas las precauciones que se pueden imaginar; frenos, máquina de cola, personal inteligente, práctico, nada faltaba, pero todo fué inútil para evitar la desgracia.

Cambios bruscos de perfil.—Parece averiguado que el paso repentino de una pendiente fuerte á otra muy suave ó á un tramo de nivel, y viceversa, suele ser causa frecuente de la rotura de los enganches, que por lo general es el accidente que da lugar á estos percances; y aunque la teoría pueda quedar satisfecha con el descubrimiento, entendemos que éste, más bien proporciona un motivo de alarma, pues que esos cambios bruscos son difíciles de evitar en los ferrocarriles cuyo trazado presenta rasantes de fuerte inclinacion. Como prueba de su aserto, cita el Sr. Couche un ramillete tan completo de casos, que no podemos ménos de traducir literalmente el pasaje de su obra citada, porque nadie crea que exageramos al presentar hechos que tan poderosamente coadyuvan á nuestro intento. «Se trata de la avenida francesa del túnel de Mont-Cenis, *seccion de San Juan de Maurienne á Modane*, de la que es fácil que la Compañía de Astúrias, Galicia y Leon tenga noticias, por su proximidad á las líneas explotadas por la Compañía de los ferrocarriles de la Italia alta, con cuyo distinguido director parece que hoy se halla en relaciones. Esa seccion se abrió al servicio público en 16 de Octubre de 1871; el 17 de

Abril de 1872 un tren de mercancías de veintisiete wagones (261 toneladas) descendia de *Modane*, con *cinco locomotoras* á la cabeza, y en un punto en que la pendiente pasa de 0m,005 á 0m,026 se rompió el enganche por detrás del wagon núm. 14, por la impulsion de las *cinco locomotoras* empeñadas ya en el curso de la pendiente. La primera parte continuó su marcha, pero sin acelerarla un poco, como debió haberlo hecho; la segunda, compuesta de 15 wagones, con dos frenos solamente, no pudo ser contenida, y al cabo de una corrida de 400 metros chocó violentamente contra la primera, pero la cosa no tuvo consecuencias lamentables. El número de máquinas, dice nuestro autor para dar una explicacion que tranquilice á los pusilánimes para lo futuro, *era excesivo*, y agrega esta reflexion no mucho más consoladora: es muy difícil que *cinco maquinistas* coordinen sus maniobras para moderar el esfuerzo de traccion en un momento dado. Ya el 12 de Febrero y el 28 de Marzo habian tenido lugar rupturas de tren, entre San Miguel y San Juan, en un punto en que la pendiente pasa bruscamente de 0m,002 á 0m,023.

»El 22 de Junio partió de *San Miguel* un tren compuesto de la manera siguiente:

1 máquina de seis ruedas acopladas;
43 wagones cargados;
4 wagones vacíos;
6 coches vacíos;
3 wagones cargados;
1 máquina de ocho ruedas.

»En el kilómetro 218, en que la rampa pasa de 0m,008 á 0m,016, el enganche se rompió, separando la máquina del tender; quedó el tren pesando sobre la máquina de

cola que retrogradó una veintena de metros, pero al fin resistió. Oprimidos por el enorme peso de la mayor parte del tren, los diez carruajes vacíos se levantaron de la vía y descarrilaron, quedando completamente destruidos.

»Al principio de dicho mes se habian sucedido rápidamente los desprendimientos: el 8 un tren de cuarenta y dos wagones, con dos frenos, máquina en la cabeza y máquina en la cola, por efecto de patinamiento, hácia el alto del túnel *des Sorderettes*, en rampa de $0^{m},030$ sufrió la rotura del enganche de cabeza por delante del furgon, y siendo insuficientes aquellos medios de detencion, los arrastró á todos con el tren la accion de la gravedad, y sólo fueron detenidos cuando llegaron á la estacion de San Miguel. El dia siguiente, á la vuelta de un tren facultativo de 150 toneladas, con una sola máquina de ocho ruedas, en el mismo punto del túnel expresado se rompió el enganche entre los wagones 12 y 13 y la parte inferior, á pesar de no ser más que de siete wagones y disponer de dos frenos, atravesó desmandada la estacion de San Miguel, no pudiendo ser detenida sino 2 kilómetros más adelante, gracias á un guarda que tuvo tiempo para atravesar ciertos obstáculos sobre la vía. Tres dias despues, el 12, el mismo tren (1.301 A) con 27 unidades de carga y máquinas en la cabeza y á la cola, sufrió, en el propio túnel *des Sorderettes*, la rotura de los enganches entre el 4.° y 5.° wagon. Los 23 wagones se desmandaron, y á pesar del contravapor que aplicó la máquina de cola, no pararon sino á la distancia de 2 kilómetros.»

El autor lamenta aquí que entre los 27 wagones no hubiera más que dos frenos, de los que sólo uno

correspondió á la parte desprendida; pero ¿no recuerda que lo mismo acaba de contarnos que sucedió á otro tren á quien sobraban muchos frenos sobre los que los reglamentos exigen? Hay que desengañarse, y atribuir la causa de los accidentes al empleo de las pendientes excesivas, que es en donde verdaderamente reside. La explotacion de éstas no descansa en un principio racional de aprovechamiento de las fuerzas naturales, sino que constituye un estado permanente de lucha con ellas. Sólo por medios extraordinarios puede conseguirse que un tren, abandonado en una pendiente fuerte, deje de precipitarse por la accion de la gravedad. La máquina de cola, remedio heróico que muchos repugnan, tampoco resuelve el problema, pues en la mayor parte de los casos no puede resistir la accion del choque producido por la caida del tren de la altura que representa la proyeccion de la longitud de los enganches, con más la carrera de los topes. Con aumentar el número de máquinas, visto está que sólo se introduce un elemento más de perturbacion, pues no es fácil que los que las gobiernan se den cuenta de lo que deben hacer en los momentos angustiosos en que ocurre un accidente de esta naturaleza. Y hay que advertir que la relacion anterior se refiere á inclinaciones de 0^m,015 á 0^m,030 y áun ménos; ¿qué sucederá cuando la pendiente pase constantemente de esos límites, que pueden llamarse relativamente moderados?

Ya queda dicho que sólo en el camino de *Turin á Génova*, *seccion de Busalla á Pontedécimo*, existe una explotacion regular de pendientes de 0^m,035 que no reinan más que en una rasante de 2.500 metros de longitud, unida á la del túnel de *Giovi* de 3.300 metros, que con ser más suave (0^m,0287) no ofrece menores inconve-

nientes por efecto de su situacion subterránea; pues vamos á decir dos palabras respecto de las dificultades con que se hace la explotacion de aquellos tramos, para que se pueda comprender las que, más que quintuplicadas, presentará la explotacion de la bajada de Pajares, si—como no podemos comprenderlo—llegase á establecerse en las condiciones que se supone intenta la Compañía concesionaria. Ya desde un principio, cuando se usaban máquinas de cuatro ruedas, se colocaban dos de ellas, cuyo peso era de 54 toneladas, para arrastrar, en carga completa, 70 toneladas útiles á la velocidad de los viajeros (25 kilómetros por hora), y de 90 á 96 á la de las mercancías (16 kilómetros), que solia reducirse á 80 toneladas por el estado de humedad de los carriles en el túnel. Despues se sustituyeron estas máquinas por las llamadas *binarias*, que pesan ocho toneladas más, pero destruyen mucho ménos las llantas y la vía; y desde hace mucho tiempo prestan el servicio, concurrentemente con éstas, las máquinas de ocho ruedas de M. Beugniot, que pesan, con tender y repuestos, 69 toneladas; dos máquinas de esta clase pueden remolcar 220 toneladas en buen tiempo, es decir, que en estas circunstancias se necesita un peso motor de 140 toneladas para arrastrar un peso útil de 220, en el que naturalmente se comprende el de los coches y wagones. El Sr. Couche da la composicion de un tren mixto, que presenció, arrastrado por una máquina Benguiot á la cabeza y dos *binarias* en la cola, de la manera siguiente :

8 carruajes de viajeros y 10 wagones de mercancías..	164
1 máquina Beugniot, 69 toneladas; y dos binarias de cuatro ruedas, á 27 toneladas.....	123
A la velocidad de 16 kilómetros, peso bruto del tren..	287

El tiempo estaba brumoso, la máquina de cabeza patinaba mucho, las válvulas soplaban á la presion de $9^{kgs},50$, y era preciso echar arena constantemente para poder andar; es decir, que se habia llegado al límite de la potencia ¡empleando 123 toneladas para arrastrar 164! Esta limitacion, que nadie puede admitir tratándose de arrastre de carbones y materiales de construccion, se debe principalmente á que dentro del túnel *dei Giovi*, existe, como hemos dicho, la pendiente $0^{m},028$, y dejamos á la consideracion de nuestros lectores lo que sucederia en la seccion de Pajares que contendria una serie de túneles, cuyo desarrollo pasaria de 12 kilómetros en una rampa constante, que todavía habria de exceder en una cuarta parte la inclinacion de aquélla.

Y ya que hemos hablado del patinamiento de las máquinas, vamos á decir algo sobre la importancia que este enfadosísimo fenómeno tiene en muchos casos. Las estaciones y el clima ejercen una influencia decisiva sobre la adherencia, y por lo tanto, las máquinas patinan sobre pendientes menores en países húmedos, y en invierno ú otoño, especialmente en esta estacion, con más facilidad que en otras más elevadas, en climas secos, ó en el resto del año, diferencia que debe tenerse en cuenta para disminuir la inclinacion de las rasantes en esa relacion, que debe ser aún más fuerte en el paso de los túneles. No se puede fijar aquélla de una manera absoluta, pero es indudable que la reduccion de la rampa del túnel *dei Giovi*, respecto de la que le precede, ó sea de $^{1}/_{5}$ de ésta, no es suficiente y no deberia, por lo tanto, fijarse en ménos de $^{1}/_{4}$, es decir, que siendo de $0^{m},035$ la inclinacion de las rasantes al aire libre en la bajada de Pajares, en el paso de los túneles no debia pasar de

0^m,0265, lo cual, en los 12 kilómetros de túneles que habrian de contarse, representarian un aumento de desarrollo de 3 ó 4 kilómetros. A la consideracion de nuestro lectores queda el modificar estas indicaciones generales, en razon del clima y las condiciones atmosféricas bien conocidas de las comarcas asturianas, y de la temperatura que por el invierno en la region del puerto se disfruta.

Hay que agregar, á las influencias generales que hemos señalado, una causa agravante del patinamiento en los países en que abunda el arbolado, por las épocas en que la hoja cae; aplastadas éstas por la rueda contra el carril cuando están húmedas, forman una especie de gluten ó grasa orgánica que favorece mucho el deslizamiento. La arena es, en estos casos, un auxiliar indispensable de la traccion, que es menester tener en cuenta. En la travesía del Semmering, el consumo anual de arena se eleva á 2.000 metros cúbicos; y en el subterráneo *dei Giovi*, tantas veces citado, se emplea en cantidad tal, que frecuentemente hay que desmontar en la vía el exceso de material de esa clase que con la traccion se ha acumulado.

Las máquinas, en los caminos en que el empleo de la arena es indispensable en largas extensiones, como en el de *Bolonia á Pistoïa*, en el *Central Suizo*, llevan una provision considerable de arena y un aparato distribuidor, que permite ir vertiéndola sobre el carril de una manera conveniente; esto tiene lugar en extension de muchos kilómetros, y en estos casos constituye una parte interesante del servicio de traccion que hay que estudiar detenidamente, no sólo por la oportunidad de los parajes en que han de establecerse los acopios, sino por la

calidad del material; que no todas las arenas son igualmente aceptables, debiendo, por el contrario, rechazarse las que contengan alguna cantidad de arcilla, y por su estado, que debe ser siempre completamente seco, á cuyo efecto se disponen tambien en las estaciones y en las máquinas aparatos especiales. Bueno sería, por lo tanto, que en el proyecto de cambio de trazado en Pajares, no se descuidase este detalle, no fácil de satisfacer, por más que en las condiciones de aquél, pensamos que este remedio ha de ser de poco eficaces resultados.

Mala ventilacion de los túneles.—Las dos circunstancias en cuyo exámen acabamos de ocuparnos, es decir, la necesidad de colocar una, dos ó más máquinas de refuerzo á la cola del tren, y la detencion de éste en los parajes en que aquéllas patinan, dentro de los túneles, dan lugar al inconveniente gravísimo que señalamos. No es, por lo tanto, la mala ventilacion natural de los túneles de la línea de Astúrias, lo que causa nuestra preocupacion; pues si en alguno de ellos por su situacion especial, que las hay muy variadas, se detienen los humos despedidos por las locomotoras al paso del tren, y segun el viento que reine se desalojan con más ó ménos dificultad, por punto general esta molestia no se dejaria percibir con la simple traccion, ni áun con la doble, con tal de que las máquinas vayan colocadas á la cabeza; pero tratándose de un tren que camina entre dos, tres ó cinco máquinas, que interrumpen su marcha porque las obliga á patinar la presencia de una pendiente excesiva, creemos que el percance, que en la subida que se proyecta á Busdongo dejaria de serlo, podria dar lugar á serias y lamentables consecuencias. La situacion en estos casos de los maquinistas zagueros, y áun de los

empleados que ocupan los furgones de cola, es sumamente penosa y otro tanto comprometida. Sofócalos una nube de vapor y humo, saturada de los gases de la combustion, y el mal, naturalmente es mayor en los subterráneos de pequeña seccion, como son todos los de las líneas del Noroeste. Siguiendo nuestro sistema de comprobacion de nuestros asertos con oportunos históricos ejemplos presentaremos algunos casos prácticos del mal que queremos evitar, continuando en nuestra empresa de combatir la adopcion de un pensamiento en que, como se ve, están acumulados todos los inconvenientes, prodigándose con deplorable empeño la ocasion de toda clase de calamidades y desgracias.

El 27 de Octubre de 1861, un tren de mercancías, arrastrado por una máquina de ocho ruedas acopladas y empujado por otra, se cortó en el subterráneo de *Altier*, cerca de *Villefort*, camino de *París á Nimes*, en una rampa de $0^m,025$ (de que hemos dado cuenta anteriormente) por efecto de la caida de una clavija de la barra de traccion. La máquina de atrás y los frenos retuvieron el tren dentro del túnel; es decir, se consiguió, cumpliendo aquéllos con su cometido, evitar el desmandamiento de la parte desprendida del tren; pero el maquinista quedó casi asfixiado. Hay quien opina que para evitar esta desgracia debió haberse intentado dejar correr un poco el tren hácia abajo para lograr salir del túnel. Sobre que esto hubiera sido irregular y temerario ¿no parece á nuestros lectores que, como hemos dicho varias veces, en todas las eventualidades desgraciadas á que da lugar el empleo de pendientes fuertes, es peor el remedio que el mal mismo?

El túnel del Mont-Cenis nos va á presentar un ejemplo

notable de estos inconvenientes, más digno de llamar la atencion, porque á causa de la mucha inclinacion de la rasante, allí la ventilacion es enérgica y se establece de una manera espontánea. El 6 de Octubre de 1872, por efecto de un pequeño choque con un tren de mercancías, que se hallaba estacionado dentro del subterráneo, tuvo que detener su marcha el tren-ómnibus partido de Modane; este accidente, que al aire libre no hubiese tenido consecuencia alguna, produjo en los viajeros gran disgusto y fué causa de no pocas inquietudes, por las noticias que circularon del grave peligro de asfixiarse que aquéllos habian corrido. La Compañía de los ferrocarriles de la Italia alta dió publicidad al hecho el dia siguiente para tranquilizar al público alarmado, diciendo que los viajeros «sólo habian tenido que »sufrir *el humo de cinco locomotoras* que, por accidente, »se hallaban reunidas en el túnel, sin que ninguno se hubiera sentido indispuesto ó reclamase género alguno de »socorro.» Los maquinistas se decia que habian vuelto al servicio en el siguiente dia.

En el túnel tantas veces nombrado *dei Giovi*, y en algunos de la línea de Pistoïa, han ocurrido varios casos de asfixia; pero en aquél, *que es ancho*, se atribuye la excesiva produccion de humos y gases á la activa frecuentacion, y al patinamiento á que da lugar la *fuerte rampa* (0^m,028), y en éstos en que la pendiente es más moderada (0^m,015) se culpa á la *estrechez de la seccion* y á la *rigidez de las curvas*. ¿Qué pasaria en Astúrias, si se realizase el proyecto que acaricia la Compañía, que reune y dilata todos los inconvenientes que hemos señalado; es decir, que contiene tramos más largos, en que la pendiente es mayor (0^m,035), en que la seccion es más es-

trecha, el radio de las curvas más pequeño, y por añadidura el clima es más húmedo y brumoso, y ni siquiera faltan las hojas del árbol caidas en el rigor del otoño? Véase, pues, á cuán variada clase de inconvenientes habria de dar lugar el empleo de las pendientes que inconsideradamente se quieren introducir en el trazado de Astúrias. Mayor podria ser la enumeracion de ellos, pero no creemos conveniente continuarla por no fatigar más la atencion de nuestros lectores que, con lo expuesto, deberán tener bastante para experimentar, hácia la inoportuna idea que combatimos, el mismo sentimiento de abominacion y santo horror que nos anima.

II.

ECONOMÍA EN LA EXPLOTACION.

Hemos huido cuidadosamente en este trabajo de presentar consideraciones teóricas y cálculos que comprobasen nuestros asertos, prefiriendo que la exactitud de nuestras afirmaciones resultase comprobada por los hechos que hemos citado, pudiendo considerarse como pura deduccion de experimentos indiscutibles, mejor que de los supuestos, más ó ménos aventurados en que las fórmulas científicas tienen que apoyarse; y al proceder de este modo teníamos como primer motivo la razon de nuestra insuficiencia para presentar con acierto la aplicacion de los principios de la ciencia á problemas de reconocida dificultad, como parece que son siempre los que más vulgarmente se producen ante nuestros ojos; y en segundo lugar, nos ha inducido el deseo de no privar

á este folleto del carácter de sencillez y lisura que corresponde al público, para quien principalmente está escrito. Pero deseamos que no se crea que al seguir este procedimiento nos hallamos en oposicion, ni en discordancia siquiera, con las verdades de la ciencia, y para probarlo rápidamente haremos un ligero extracto de las conclusiones á que, despues de un trabajo de mucho mérito, se ve conducido el ilustre ingeniero y profundo hombre de Estado, M. Freycinet, á quien ya hemos citado en el estudio especialísimo que ha hecho sobre el modo de elegir la pendiente que dé lugar á la explotacion más económica en un camino ó seccion de camino de hierro de condiciones dadas. La generalidad del problema, la posibilidad de su resolucion y sus dificultades están compendiadas de una manera elegante y exacta en los períodos que vamos á reproducir, consiguientes á nuestro propósito de que este trabajo sea una coleccion de opiniones ajenas, que eso le dará la autoridad que por nuestro patrocinio no podria adquirir:

«El problema que me propongo resolver, dice monsieur Freycinet, es el siguiente: *dados dos puntos á diferente altura, entre los que se trata de establecer un camino de hierro, determinar la pendiente más ventajosa que se puede adoptar, bajo el doble punto de vista de los gastos de construccion y de los de explotacion.* Se admite además que la pendiente será constante en todo el trayecto, es decir, que el camino de hierro presentará una rampa contínua y uniforme desde el punto más bajo hasta el punto más elevado.

»El problema es evidentemente susceptible de una solucion, por lo ménos en teoría; en otros términos, existe siempre una pendiente más ventajosa, aunque no

siempre se sepa señalarla. En efecto, hablando desde luégo de la explotacion, el gasto entre los dos puntos extremos es igual al gasto ocasionado por un kilómetro, multiplicado por el número de los que el camino comprende. Si se adopta una pendiente cada vez más reducida y aproximándose gradual é indefinidamente á cero, *el gasto kilométrico* tiende á un valor fijo, que es el gasto sobre la línea horizontal; pero la *longitud* de la rampa va aumentando más allá de todo límite. El producto de las dos cantidades, ó sea el *gasto total de explotacion* se extiende hasta el infinito. Si se toma una pendiente cada vez más fuerte hasta alcanzar la inclinacion en que la locomotora gastaria toda su potencia en mantenerse en equilibrio, el *trabajo útil* de las máquinas va disminuyendo indefinidamente y el *gasto* ocasionado por el trasporte del tráfico *sobre un kilómetro,* aumenta más allá de toda medida. La longitud de la rampa tiende por su parte hácia un valor fijo, que es la extension necesaria para salvar, con la inclinacion de equilibrio, la diferencia de nivel entre los dos puntos dados. Del mismo modo que ántes su producto aumenta indefinidamente.

»Por lo que á los gastos de construccion se refiere, es visto que en el primer caso tienden hácia el infinito y en el segundo hácia un límite fijo. La suma de los dos gastos, *construccion* y *explotacion* es, pues, el infinito en ambas hipótesis. Pero la pendiente, á medida que se hace, crecer ó decrecer, conduce igualmente á un gasto infinito; luego hay una inclinacion media, para la que el gasto es un *mínimum*. Esa inclinacion es la *pendiente económica*, y el objeto de esta obra es calcular su valor.»

La teoría de esta investigacion, dice el autor, que es muy sencilla, y con ligeras indicaciones prueba que su

problema, tomado en la generalidad de expresion con que se da á conocer, no sale de la esfera de los más elementales del Álgebra superior. Pero en la práctica, las condiciones reales de la construccion y de la explotacion se oponen á que la determinacion sea tan sencilla; las exigencias de la construccion, por su importancia, suelen imponerse á las conveniencias de la explotacion, y en la mayor parte de los casos hay que descender de las indicaciones de la ciencia á los consejos de la experiencia por medio de la aplicacion de coeficientes, ó por los métodos de error, admitiendo hipótesis sobre la pendiente, lo cual equivale á tomar la incógnita por dato, para deducir el gasto que á esa pendiente corresponde, y éste á su vez es objeto de nuevos procedimientos de suposicion. Por cierto que en estas consideraciones el ejemplo que ocurre al Sr. Freycinet para aplicarlo á dichos métodos es el de suponer que al trazado que se estudia corresponda una pendiente de $0^m,020$; pero como quiera que sea, hay otras circunstancias ajenas á la construccion en que la eleccion de la pendiente está determinada por consideraciones que el cálculo no puede abrazar. En estos casos, dice, no hay pendiente económica que buscar, y volvemos á trasladar sus palabras para que se vea cuán por debajo de la realidad se quedan los nobles conatos de la ciencia, que, si todavía pudiera invocarse para resolver la preferencia entre trazados igualmente admisibles, son de todo punto ineficaces para persuadir á que se tengan por indudables proposiciones y conceptos que la razon rechaza.

«Supongamos, dice el autor copiado, dos trazados para un mismo camino entre dos puntos: uno de ellos, de pendiente suave, y por consiguiente, trayecto prolon-

gado, y otro de pendiente rígida y más escaso recorrido. Este último será generalmente más económico en su ejecucion que el otro, y sin embargo, podrá ser más conveniente la adopcion del primero. Hé aquí por qué. Las cantidades trasportadas por el camino de hierro producen, por medio de la tarifa, un ingreso ó rendimiento proporcional al trayecto recorrido sobre la vía. El rendimiento, por lo tanto, será *más elevado* con el primer trazado, suponiendo igual la tarifa kilométrica en ambos casos. En cuanto á los gastos, siendo más fuertes en totalidad sobre la rampa suave, serán *menores* por kilómetro, porque la explotacion es *evidentemente más fácil* que sobre la rampa fuerte. Habria, pues, beneficio en adoptar el trazado más caro.

»Si el camino de hierro debe sostener la competencia con otras vías, hay interés en rebajar cuanto se pueda los precios de trasporte, y esto da la ventaja á la línea que resulte *más corta*, teniendo en cuenta que la deduccion de trayecto no deje de cubrir los gastos de la empresa. Sin aquella circunstancia hay otro caso en que puede convenir el empleo de la pendiente fuerte, y es cuando se tenga libertad para elevar las tarifas en la seccion particular de rampa rígida, en compensacion de los sacrificios que representa una deduccion de recorrido para toda la masa de viajeros y mercancías.

»Estos razonamientos escapan del dominio de las teorías analíticas. Para que la investigacion de la pendiente económica tenga objeto, es preciso colocarse en otro punto de vista, consistente en efectuar con el menor gasto posible el trasporte del tráfico entre dos puntos dados, prescindiendo de la idea de rendimiento ó remuneracion de los capitales invertidos en la Em-

presa, para no ocuparse más que en la idea de gasto.»

Basta esta enunciacion del problema para que se comprenda que las tareas especulativas del sabio ingeniero francés son de escasa aplicacion al problema práctico que tienen que resolver las compañías, en el cual más que el que los gastos sean un *mínimum*, importa que sean un *máximum* los ingresos. Pero áun limitando así el alcance de las investigaciones, exigen éstas un conjunto tal de datos, noticias, coeficientes y fórmulas de insegura determinacion, que bien podemos aseverar que jamás se reunirán en cantidad suficiente y con la exactitud necesaria para poder esperar de ellas más resultado que la admiracion que merece el talento analítico que las ha llevado á cabo.

Juzguen si no nuestros lectores por la enumeracion de los elementos que hay que conocer ó fijar de antemano para obtener la determinacion de la pendiente aludida por medio de la fórmula que el ingeniero citado deduce para los que, por el uso que pueda convenir hacer á algun curioso, conservamos las mismas denominaciones con que el autor los designa:

h. Pendiente económica expresada en metros ó altura ganada por un metro de longitud en rampa;

S. Gasto total anual hecho sobre la rampa;

H. Altura total que se ha de salvar, expresada en metros;

C. Gasto de establecimiento por kilómetro (ménos las máquinas);

e. Interés y amortizacion anual de este gasto;

Q. Peso total (tráfico y vehículos) trasportado en ambos sentidos;

q. Peso medio de un vehículo de freno (con su carga);

ϖ. Peso medio de una máquina (comprendido el tender);

θ. Relacion del peso motor al peso de la máquina;

f. Coeficiente de adherencia práctica;

r. Resistencia de una tonelada al movimiento horizontal á la velocidad media;

α. Gasto kilométrico de una máquina marchando sobre una vía horizontal, en el cual se comprende el interés del precio de compra de la máquina;

δ. Diferencia entre el gasto de combustible de una máquina que marcha sola y el que ocasiona á la bajada;

a. Gasto suplementario (traccion y conservacion de la máquina) ocasionado por la adicion de una tonelada de vía horizontal;

ε. Gastos de conservacion de un kilómetro de vía, ocasionados por el paso de una máquina á la cabeza de su tren;

ε. Gasto kilométrico (en personal) de un wagon de freno;

A. Gasto de las estaciones (explotacion propiamente dicha y seccion comercial);

B. Conservacion de los edificios de las estaciones;

K. Conjunto de los gastos kilométricos no comprendidos en la enumeracion anterior, es decir:

Conservacion del material (á excepcion de las máquinas);

Gasto de los trenes (á excepcion del personal de los frenos suplementarios;

Conservacion de la vía y de sus dependencias.

El autor, que tenía medios de dar un valor racional á cada una de estas cantidades, hizo algunas aplicaciones numéricas, y utilizando los datos que recogió de la ex-

plotacion de las líneas de la Compañía del Mediodía de Francia en 1860, dedujo que la pendiente económica que á éstas correspondia era la de $0^m,035$; aplicó el mismo procedimiento á las demás líneas principales que constituian la antigua red francesa, y deduciendo aproximadamente de las cifras que constaban en las Memorias de los consejos de administracion el tráfico de cada línea, dispuso el cuadro siguiente, que expresa la relacion en que en aquel año se hallaba el tráfico con la pendiente económica que hubiera correspondido.

VALORES DE LA PENDIENTE ECONÓMICA.

NOMBRE de las Compañías.	PESO TOTAL circulante por kilómetros.	PENDIENTE económica.
	Toneladas.	
Mediodía.....	700.000	0,035
Oeste.....	990.000	0,032
Orleans.....	1.080.000	0,031
Este.....	1.130.000	0,031
Norte.....	1.670.000	0,030
Lyon.....	2.010.000	0,029

De la inspeccion de este cuadro deduce el autor que la pendiente económica varía poco, despues que se pasa cierta cantidad de tonelaje, y conceptúa que puede fijarse entre $0^m,030$ y $0^m,035$. En comprobacion de esto agrega que para un tráfico igual al doble del camino de Lyon la disminucion de la pendiente sería poco importante, pues que sólo bajaria á $0^m,025$, y para un tráfico

mitad que el del Mediodía la pendiente se elevaria á $0^m,041$.

Nosotros pensamos que esta diferencia no es tan leve, tanto que el primero de estos tipos representa un límite en que con más ó ménos regularidad y economía se realizan hoy explotaciones importantes, y el segundo permanece aún en la region de las ideas abstractas, sin que como hemos visto, haya ocurrido á nadie proponerlo para una explotacion importante, más que al autor del curiosísimo y desechado proyecto de los trece retrocesos para el paso de los Alpes por el Simplon. Creemos además, con el Sr. Freycinet, que la utilidad práctica de esta tabla es escasa, porque sus conclusiones se verian modificadas si los coeficientes C, f, y θ, tuviesen otros valores distintos de los que se han supuesto, y por último, haremos notar que la movilidad á que, por su naturaleza, está sujeto el *tráfico*, con arreglo á lo que ya dejamos indicado, quita todo valor á esta clase de investigaciones. La prueba es bien sencilla. Si cuando se estableció la línea de Lyon, se hubiera supuesto que llegaria á tener un tráfico como el que hoy tiene la línea del Mediodía, la pendiente con que se debió haber trazado, como más económica, hubiese sido la de $0^m,035$; y con esto, al obtener el tráfico que hoy alcanza, la relacion que se recomienda estaria rota por completo en perjuicio de la explotacion y de todo el mundo, supuesto que se desembolsaba al año una cantidad mayor que la indispensable paara el servicio que prestaria; y como, despue sde construido un camino, no es posible ir modificando su perfil todos los años para acomodar á cierto tipo fijo su relacion con la importancia del tráfico, que es variable, es indudable que lo mejor será establecer pen-

dientes bajas, que podrán corresponder á la pendiente económica del porvenir, y no pendientes altas, que si por ventura fueran la pendiente económica de hoy, de seguro serian un padrastro eterno, al perder en lo futuro ese carácter.

Estas ligerísimas indicaciones no tienen por objeto, en modo alguno, rebajar el mérito de las razonadísimas disquisiciones del Sr. Freycinet; tan sólo son, como frenos para excitar la prudencia de los que puedan verse en el caso de hacer uso de las fórmulas en que condensa su trabajo, para que no dejen de tenerse en cuenta algunas circunstancias que influyen poderosamente en el resultado. Por lo que á nosotros toca y á la aplicacion que nos interesa, debemos declarar que nos hallamos por completo satisfechos, y por la conformidad de los cálculos del Sr. Freycinet, hechos hace más de veinte años, con nuestros deseos, no podemos ménos de rendir nuevo tributo de admiracion á su sagaz espíritu de investigacion y á su perspicacia. La fórmula general recibe una modificacion sensible, cuando se trata de tener en cuenta tan sólo los gastos de explotacion; basta para obtenerla hacer $C = o$, en la primitiva, que se convierte en la siguiente, que no podemos resistir la tentacion de consignar

$$h = \frac{f\theta - 0{,}005}{1 + 8{,}4\sqrt{f\theta}}$$

y que representa la *pendiente económica*, bajo el punto de vista de los solos *gastos de explotacion*.

«Este es el caso, poco más ó ménos, en que se halla una Compañía, dice el Sr. Freycinet, cuyo camino deberá ser ejecutado con arreglo á la ley de 1842, segun la cual, las obras de fábrica, explanaciones y edificios son

de cuenta del Estado. En estas condiciones, y aparte de toda cuestion de tráfico, la Compañía, no debiendo hacer más que *un ligero desembolso* para la construccion, tendrá interés en pedir pendientes calculadas con arreglo á esta última fórmula, ó mejor dicho, con arreglo á la fórmula general, pero atribuyendo á C el valor relativamente pequeño que representa la colocacion de la vía y el material móvil. »

Más adelante evidenciaremos que éste es el caso, ni más ni ménos, en que la Compañía concesionaria de las líneas de Astúrias, Galicia y Leon se encuentra, y por lo tanto, las pendientes que en el trazado de dichas líneas debe emplear, fuera de aquellas partes en que por ser pequeña la inclinacion de las rasantes no se tiene en cuenta, se deduce de la fórmula trascrita, poniendo en lugar de f, y θ, sus valores que el autor fija en $\frac{1}{8}$ y $\frac{3}{5}$ respectivamente. ¿Saben nuestros lectores cual es el resultado? Pues es éste : $h = 0^{m},021$, que obliga al señor Freycinet á dejar consignado que, aparte de las cuestiones de construccion, *se tiene interés en adoptar uniformemente una inclinacion de* VEINTE MILÉSIMAS *próximamente, cualquiera que sea la importancia del tráfico de una línea.*

Es decir, que la ciencia confirma por completo el acierto de los que limitaron la elevacion de las pendientes del ferrocarril de Leon á Gijon por un tipo moderado en medio del calor que por todas partes se sentia en favor de las rampas fuertes, como si fuera una gloria de la época la produccion de aquellos seres de pulmon de acero que pudieran desarrollar esfuerzos gigantescos en oposicion de las leyes naturales, es decir, que recibe una sancion solemne, la prudencia con que los altos

cuerpos consultivos del ramo de Fomento, establecieron el dique, que habria de contener las miras codiciosas, más ó ménos bien entendidas, que pudieran conducir á las empresas en las modificaciones que se creyeran en derecho de solicitar para los proyectos aprobados.

Quedamos á la espera de lo que, *los adelantos de la ciencia*, hayan podido sugerir despues de las lucubraciones de los distinguidos sabios en cuya opinion nos apoyamos y de las enseñanzas de la experiencia que hemos puesto por delante; y entre tanto, nos permitimos hacer esta pregunta: ¿en qué academia se registran aquellos *adelantos*, y en qué país del globo han recibido, con su aplicacion, la sancion de su eficacia? Tenemos precision de saberlo, siquiera porque no se suponga que estos *adelantos de la ciencia* son los que, para su uso particular han acaparado cierta clase de gentes que, de seguro, desconocen el grado de ilustracion de la sociedad en que vivimos. Desgraciadamente, España no está en el caso de dictar enseñanzas científicas ni de ninguna otra clase, como no sea en cátedra de desventuras á los extranjeros, pero tampoco se halla en disposicion de recibir lecciones de ciencia de cualquier aventurero que, equivocando el camino é ignorando los adelantos de la geografía política, crea que al pasar los Pirineos ha caido en la Argelia ó entre las tribus de la Zululandia.

Miéntras las pruebas llegan, nos quedamos en posesion de la verdad *práctica* y *científica* de que las pendientes máximas en los caminos de hierro de que nos ocupamos no deben pasar de $0^{m},020$; y siguiendo nuestra costumbre de apoyar en datos experimentales nuestros asertos, vamos á recopilar varios documentos que demuestren la extraordinaria carestía de la explotacion de las pendien-

tes superiores, con relacion á las que no llegan á este límite. Es muy difícil establecer conclusiones exactas sobre este particular, porque lo es tambien señalar con rigurosa exactitud la distribucion de los gastos de explotacion; pero al fin, como sólo se trata de comparaciones, y las observaciones han sido numerosas y repetidas, se puede dar alguna fe á las conclusiones que respecto de algunos ferrocarriles notables poseemos.

Camino de hierro del Semmering.—Hasta el año de 1860, que con la entrada de M. Desgranges en el servicio de la Compañía del ferrocarril de *Viena* á *Trieste* se cambió por completo el sistema seguido en la explotacion de la expresada seccion de dicha línea, los trenes se componian de esta manera:

Trenes de viajeros: carga de 100 toneladas, á la velocidad de 19 kilómetros por hora;

Trenes mixtos: carga de 115 toneladas, á la velocidad de 15 kilómetros por hora;

Trenes de mercancías: carga de 130 toneladas, á la velocidad de 15 kilómetros por hora.

Estas cargas se reducian en un 75 por 100 en las épocas de nieblas ó grandes frios. Los trenes, en el recorrido general de la línea de Viena á Trieste, llevaban generalmente 350 toneladas de mercancías; de modo que para el paso del Semmering tenian que dividirse en tres partes. Con arreglo á lo que resulta de los numerosos detalles que contiene la Memoria de los Sres. Arnao, Vildósola y Rodriguez sobre ferro-carriles económicos, de donde tomamos estas noticias; el gasto de traccion por tren y kilómetro en todas las demás secciones de esta línea era de $1^{fr},891$, y en el paso de Semmering ascendia á $2^{fr},849$. El exceso, como se ve, era de

0^{fr},958, ó sea un 33,60 por 100 sobre los de las demás secciones. Teniendo en cuenta las cargas aumentadas, el gasto verdadero resultaba en dicha seccion para los trenes de viajeros igual á 3,30 francos y para los de mercancías á 4,70 francos, ó sea 1,74 y 2,49 veces mayor que el término medio de las demás secciones; y cuando la carga de los trenes de mercancías se dividian en tres partes al cruzar la divisoria, esta relacion todavía aumentaba, llegando á ser el gasto 4,52 veces mayor que el término medio de todos los trenes en las otras secciones de la red.

Verdaderamente la situacion de aquella explotacion debia ser insoportable, y mucho más si se atiende á que los gastos totales de la seccion (pues no hay pormenor de su detalle) en los años inmediatamente anteriores eran mayores en un 30 y 38 por 100 que los que en la indicada nota se contienen. Así es que con justicia se alaban las reformas introducidas por el ingeniero citado, que dieron lugar á la reduccion sucesiva de gastos que indica el siguiente cuadro, en que aparecen los correspondientes al kilómetro de tren en comparacion con otras líneas:

LÍNEAS.	1859.	1860.	1861.	1862.	1863.	1864.	1865.	1866.
	Frs.	*Frs.*	*Frs.*	*Frs.*	*Frs.*	*Frs.*	*Frs.*	*Frs.*
Semmering solo.....	»	2.850	2.400	2.290	2.155	1.885	1.700	1.491
Otras secciones de la red austriaca.....	»	1.890	1.420	1.390	1.238	1.021	0.942	0.861
Conjunto de esta red.....	3.016	1.990	1.480	1.410	1.292	1.069	0.977	0.892
Red de Venecia y Tirol.....	1.200	1.130	1.070	0.780	0.720	0.742	0.664	0.720

Y por el que se ve que las economías han pasado del 60 por 100 en los gastos que se hacian ántes de 1859.

Llevados desde aquella época, con la debida claridad los gastos que se ocasionaban por la explotacion de las diversas líneas y secciones importantes de ellas, se han podido resumir los del año 1866, último á que se refieren nuestras noticias, de la manera siguiente:

GASTO POR TREN COMPLETO.

	Francos.
En la seccion del Semmering; mercancías, dividido en dos.....	5,05
En la misma, viajeros.....	2,96
En otras secciones de la red, viajeros y mercancías...	2,26
En la red de Venecia y Tirol, viajeros y mercancías..	2,23

lo que manifiesta que el coste total del arrastre de las mercancías por el Semmering es 2,25 veces mayor que en las otras líneas del grupo de *Viena á Trieste* y *del Veneto*, y el de viajeros de la misma seccion 1,32 veces mayor. La habilidad de M. Desgranges queda reconocida, pero tambien aparece perfectamente justificada la desviacion que de esta ruta ha hecho el tráfico de mercancías, entre *Neustadt* y *Pragerhof*, para dirigirse de uno á otro por *Nagy-Kanisa*, segun oportunamente dejamos indicado. Por la línea directa del Semmering hay una distancia de 262 kilómetros entre dichos puntos, de los que 41 corresponden á la seccion del Semmering; por *Kanisa* hay 308 kilómetros; pues si á una y otra se aplican los relativos coeficientes de gasto, se ve que aún hay una pequeña ventaja en favor de esta línea, además de las más importantes de seguridad y precision que el trasporte por las pendientes suaves ofrece.

Rampa de Pontedécimo á Busalla.—De la explotacion de esta seccion no hay datos tan completos como de la

que acaba de ocuparnos, pero los distinguidos ingenieros españoles que hemos nombrado, recogiendo las noticias que pudieron durante su expedicion (1865) y evaluando algunos detalles, que no se conocian, por comparacion con los coleccionados en el Semmering, presentaron un cálculo del coste de la explotacion de la rampa *dei Giovi*, segun el cual éste resultaba 3,50 veces más elevado que en el Semmering. Atribuyeron tan enorme diferencia al elevado coste que tenía el carbon en la línea italiana, y para hacer los resultados comparables (pues con otro objeto la hipótesis sería arbitraria) supusieron que el precio del combustible fuese el mismo, con lo que el gasto total aludido se fijó en 3,35 francos por kilómetro de tren, que todavía es más que doble del que ocasionó la explotacion del Semmering en 1866 (1,49 francos), pero ya no tan desproporcionado teniendo en cuenta la mayor inclinacion de la rampa, y las condiciones desfavorables de la traccion dentro del túnel.

Mouchard á la frontera suiza.—En esta seccion del camino de Mouchard á Neufchatel, la pendiente, como se sabe, llega con bastante frecuencia al límite de $0^{m},020$ por metro, y esta circunstancia, que la hace comparable con la seccion de *Busdongo al Puente de los Fierros*, en la línea de *Leon á Gijon*, nos induce á consignar los datos que respecto del coste de su explotacion nos suministra el trabajo de los citados ingenieros. Los trenes de viajeros arrastran 50 toneladas útiles y marchan á la velocidad de 35 á 40 kilómetros por hora; los de mercancías arrastran 140 toneladas á la velocidád de 15 kilómetros, y en estas condiciones el gasto, por término medio, de los trenes de viajeros y mercancías, ó de los trenes mixtos es de 2,81 francos por todos

los conceptos de la explotacion, y por kilómetro y tren.

Datos de M. Bousson, director de los caminos de hierro de Saint Etienne.—En virtud de numerosos datos recogidos durante su larga permanencia en estas líneas, ha calculado este ingeniero el trabajo desarrollado por las locomotoras, y el gasto por tonelada remolcada en diferentes rampas, suponiendo dos tipos de máquinas: primero, máquina mixta para trenes de viajeros, peso de 32 toneladas y tender de 17, y segundo, máquina de mercancías de seis ruedas acopladas, peso total con tender 50 toneladas. Evalúa la resistencia á la traccion, en una línea de nivel, con curvas de 300 metros, en 8 kilogramos por tonelada, á la velocided de 35 á 40 kilómetros por hora, y en 6 kilogramos á la velocidad de 15 á 20 kilómetros. La adherencia se fija en $\frac{1}{8}$. Los gastos por tonelada de la carga media arrastrada en cada caso, segun las pendientes que se recorran y con arreglo á los supuestos de M. Bousson, se han agrupado en el siguiente cuadro:

INCLINACION de las rampas por metro.	MÀQUINAS MIXTAS. Peso 32 ton.s—Velocidad 35 k.s		MÀQUINAS DE MERCANCÍAS. Peso 33 ton.s—Velocidad 15 k.s	
	CARGA. Adherencia 0,135.	GASTO por tonelada de tren.	CARGA. Adherencia 0,135.	GASTO por tonelada de tren.
	Toneladas.	*Francos.*	*Toneladas.*	*Francos.*
0,000	295	0,0030	636	0,0016
0,005	163	0,0055	325	0,0031
0,010	104	0,0086	208	0,0048
0,015	71	0,0127	147	0,0068
0,020	49	0,0184	109	0,0092
0,025	34	0,0265	83	0,0120
0,030	27	0,0375	65	0,0154
0,035	»	»	51	0,0196
0,040	»	»	40	0,0250
0,045	»	»	31	0,0323
0,050	»	»	24	0,0417

Aunque el resultado de la aplicacion de estas relaciones á determinados caminos ó secciones, no sea del todo exacto, es decir, no aparezca conforme con lo que la observacion directa manifieste, no deja de tener utilidad grandísima para el objeto que nosotros nos proponemos que es el de establecer relaciones, más bien que fijar el verdadero coste de las explotaciones en uno y otro caso. Por ejemplo, el cuadro enseña que el coste de la explotacion de una seccion con rampas de 0^m,020, como contiene la línea aprobada para Pajares, sería de 0,0092 francos por tonelada de tren, y el mismo peso en iguales supuestos de velocidad y carga, para las rampas de 0^m,035 que se proyectan costaria á 0,0196 francos, es decir, más del doble, á cuya ventaja hay que agregar la de la mayor velocidad que la rampa suave consiente. Este resultado es más notable en los trenes mixtos, en que los cálculos del Sr. Bousson, no llegan á la rampa de 0,035, porque sin duda no ha querido tomar en cuenta el tren de 17 toneladas que le corresponderia; pero el coste de la tonelada de tren, en la rampa de 0^m,030, es de 0,0375 francos cuando en la de 0^m,020, es de 0,0184 francos, es decir, bastante ménos de la mitad, relacion que veremos por otros medios comprobada.

Tarifas progresivas de Suiza.—En esta nacion, eminentemente práctica y cuyos procedimientos se inspiran en un sentimiento de justicia, digno de ser imitado, no se cree justo que el que explota un camino corto con una pendiente fuerte, cobre lo mismo por cada tonelada que arrastra á igual distancia que otro de pendientes más suaves y naturalmente más largo, es decir, que la libre Suiza no admite el principio de que el que gasta más para desempeñar un servicio cobre ménos que otro que

con ménos gasto presta el mismo servicio. A no mediar condiciones viciosas en la organizacion de esots servicios, creemos que esto no debe suceder, y aprobamos por lo tanto la intervencion que la Confederacion ha tomado en este asunto, mandando investigar en qué medida deben aumentarse las tarifas de las secciones de sus líneas, á medida que la pendiente dominante en ellas pasa de cierto límite. Dejaremos para más adelante algunas consideraciones que este particular nos sugiere, con relacion á nuestro caso, y nos concretaremos á presentar el resultado del estudio que el Gobierno suizo decretó, y la escala de coeficientes que, por su virtud, se aplican en aquella nacion para la percepcion de la tarifa, segun las inclinaciones que dominan en cada seccion.

El precio que la tarifa nuevamente estudiada, señala para las mercancías en las líneas que no pasan de 0m,006 de pendiente es de 0,140, 0,0983 y 0,072 francos respectivamente para las mercancías de 1.ª, 2.ª y 3.ª clase. El coeficiente de aumento, segun las pendientes, consta en esta escala:

Para la inclinacion de	0m,006	el coeficiente es	1,00
—	0,012	—	1,58
—	0,018	—	2,21
—	0,024	—	2,90
—	0,030	—	3,75
—	0,036	—	4,65
—	0,042	—	5,56

es decir, que si por interpolacion se dedujeran los coeficientes precisos correspondientes á las rampas de 0m,020 y 0m,035 serian respectivamente 2,45 y 4,60, lo cual quiere decir que en Suiza, como en Austria, como en

Francia, como en todas partes, los cálculos de las personas entendidas arrojan el dato, como se ve, bien comprobado, de que la explotacion de las rampas de 0^{m},035 que se quieren proyectar para la bajada de Pajares, suponiendo que se pudiera establecer, costaria doble por unidad y kilómetro, que lo que costaría por las rampas de 0^{m},020 que contiene, como máximo asintótico, el trazado aprobado por la Superioridad, de donde se deduce que por razon de *economía en la explotacion*, lleva el trazado que defendemos ventajas tan indiscutibles como las que, por lo tocante á la *seguridad* y á la *comodidad*, hemos señalado.

PRESUPUESTOS Y SUBVENCIONES
DE LAS LÍNEAS DEL NOROESTE.

De lo que dejamos sentado se deduce, que por ningun concepto es conveniente introducir en el establecimiento del ferrocarril de Astúrias un elemento de perturbacion tan funesto como sería la pendiente de 0^{m},035, que por excepcion se ha empleado en los contadísimos casos que hemos enumerado, y que áun reducida en una tercera parte, da lugar á los variados temibles accidentes con cuya rápida enumeracion hemos molestado á nuestros lectores. Cuando á esos medios extremos se ha apelado, ha sido siempre: ó porque las dificultades materiales del terreno imponian esas soluciones en determinados

casos, siendo imposible modificar los trazados por su insignificante extension, ó porque no pudiéndose reunir los capitales necesarios que la obra más perfeccionada por el empleo de pendientes suaves hubiera exigido, era menester contentarse con una solucion que no por eso llevaba consigo mayores ventajas para el desarrollo del tráfico. Pero en el caso presente, nada de eso ha sucedido; existen no una, sino varias soluciones del problema de trazado con la pendiente *relativamente* suave de $0^{m},020$ (porque, en absoluto, estamos muy léjos de conceptuarla así), y entre todas ellas, se ha escogido una que tiene la sancion que apetecerse puede, de los centros superiores de la Administracion y que satisface las aspiraciones del público, directamente interesado en el asunto; no hay dificultades financieras de ninguna clase, al ménos no debe haberlas, porque no sólo existe constituida la Compañía mercantil cuyo objeto social es la construccion de estos caminos, sino que, por vía de subvencion, ésta ha de recibir del Gobierno *la mayor parte del capital necesario* para llevar á cabo las obras.

Antes de pasar adelante, nos hallamos en el caso de probar este aserto, y lo vamos á hacer de una manera completa. No hay para qué recordar la serie de concesiones que todos nuestros Gobiernos han otorgado á las Empresas que han tenido á su cargo la construccion de estas líneas, y que prueban el esmero con que la Administracion pública ha procurado la satisfaccion de una necesidad tan legítima como es la de la comunicacion de las importantes provincias del Noroeste con el resto de la Nacion, que disfruta ya hace muchos años del inestimable beneficio de ver surcado su territorio por las férreas barras, símbolo de la civilizacion moderna.

Bastará que digamos que, otorgada la concesion de las líneas que constituyen la red del Noroeste en tres épocas diferentes, á la seccion de Palencia á Ponferrada con un presupuesto de 38.250.000 pesetas aproximadamente, se reconoció una subvencion de 14.750.000 pesetas; á la de Ponferrada á la Coruña, con presupuesto de 103.500.000 pesetas otra subvencion de 40 millones de pesetas; y por último, á la línea de Leon á Gijon que tenía sus obras presupuestas en 97 millones de pesetas, se concedió previa la oportuna subasta, lo mismo que á las demás, una subvencion de 47.500.000 pesetas; en suma, se otorgó una subvencion total de 102.250.009 pesetas aproximadamente, para un conjunto de presupuestos que se elevaba á 238.750.000 pesetas. Debemos advertir que, no habiendo conformidad completa en los datos que por diversos conductos nos hemos proporcionado para fijar estas cifras, nos hemos atenido á los que pueden considerarse oficiales, contenidos en la Memoria de la Direccion de Obras públicas, dada á luz en 1873. Como quiera que sea, á aquella subvencion, de suyo cuantiosa, habia que agregar la cantidad que representaba la franquicia de los derechos de aduanas, considerada como subvencion adicional, que en algun documento, si no oficial, muy autorizado por su orígen, hemos visto regulada en 13.400.000 pesetas para las dos últimas líneas, pues que, segun parece, la subvencion de la primera comprendia ya este importante concepto. Las dificultades con que la Empresa concesionaria tropezó desde luégo para llevar á cabo su compromiso, la obligaron á solicitar del Gobierno un anticipo de subvencion, y por Real decreto de 19 de Diciembre de 1866 se acordó que se entregasen á dicha Empresa de los ferro-

carriles del Noroeste, á cuenta de la subvencion que habria de percibir, 9.250.000 pesetas, á cuyo inapreciable servicio habia precedido otra concesion, la de retirar la fianza efectiva que para la constitucion del contrato se habia entregado, sustituyéndola con la garantía de obras ejecutadas, en la cantidad que la Administracion juzgó conveniente. Nuevos favores del Gobierno otorgados á todas las Compañías de ferrocarriles en explotacion, en compensacion de los perjuicios ocasionados por ciertas disposiciones administrativas, llevaron en 5 de Mayo de 1869 otro auxilio de un millon escaso de pesetas, á pesar del cual, la situacion de la Empresa no fué más floreciente. Dispuesto el Gobierno, como siempre, á prestar cuanta ayuda estuviera en su mano á las Compañías de ferrocarriles que tenian á su cargo la construccion de aquellos cuya terminacion reclamaban, justísimamente, las provincias que aún carecian de este beneficio, general ya en la mayor parte de las de la nacion, llevó á las Córtes un proyecto de ley, cuyas bases esenciales consistian: en una modificacion del sistema, de antiguo establecido, para el pago de la subvencion, mediante la cual podria irse cobrando ésta mensualmente, en relacion con el progreso alcanzado en las obras durante el mes anterior; y en el anticipo de una cantidad proporcionada al presupuesto de cada línea, que se entregaria tambien mensualmente, y que deberia ser reintegrada al cabo de quince años, para lo cual se establecian ciertos preceptos y restricciones. Este proyecto dió lugar á la ley de 18 de Octubre de 1869, llamada de auxilios especiales á los ferrocarriles de Astúrias y Galicia, porque no eran sólo los de la Compañía del Noroeste los favorecidos; y por él se estableció que el anticipo

reintegrable que á ésta podria hacerse, fuera de una cantidad igual á la que, de la subvencion asignada en el anuncio de la concesion se rebajó, en la subasta, para la línea de Ponferrada á la Coruña y de otra equivalente para la línea de Leon á Gijon. No estamos llamados á juzgar esta ley, ni tenemos para qué emitir nuestra opinion sobre la aplicacion de estos cuantiosos auxilios, de que, ciertamente, la Nacion no retiró todo el provecho que debia esperar; pero no dejaremos de consignar que el Gobierno hizo cuanto pudo por librar á las Empresas, retrasadas en el cumplimiento de sus obligaciones, de la ruina inevitable de que, por causas largas de enumerar, se veian amenazadas. Este momento llegó para la del Noroeste, y despues de varios accidentes y peripecias que no hacen á nuestro propósito, se declaró por la ley de 11 de Enero de 1877 á la Compañía desposeida de sus derechos y rescindidas sus concesiones; se incautó de las líneas un Consejo especialmente nombrado al efecto, que empezó á explotar éstas y á tomar disposiciones para continuar las obras, con arreglo á la Real órden de 9 de Febrero de 1878.

No sabemos á punto fijo la importancia de las obras que la antigua Compañía de los ferrocarriles del Noreste ejecutó en el período que medió desde la promulgacion de la ley de auxilios hasta su extincion, pues que no hemos visto, ni se ha formalizado medicion alguna de ellas; como no nos consta á cuánto ascienden las cantidades que recibió del Gobierno por vía de subvencion ó anticipo; pero, para el objeto que nos proponemos tampoco es necesaria esta noticia. Respecto de una y otra cosa, nos importa hoy más conocer lo que falta por hacer, que lo que está hecho: por cuya razon vamos á presentar los

datos que poseemos y que determinan de una manera auténtica, oficial, indubitada, cuáles son las cantidades que representan la obra que tiene que ejecutar la nueva Compañía de Astúrias, Galicia y Leon para terminar las obras de sus líneas y cuáles son los recursos que la Administracion le proporciona al efecto, y de su comparacion resultará demostrada la tésis que hemos planteado.

El Consejo de incautacion, procediendo con muy buen acuerdo, y como era de esperar de las dotes de los dignísimos individuos que lo componian, procedió, sin levantar mano, por medio de los ingenieros que tenía á su servicio y con el auxilio de numeroso personal que á este efecto le proporcionó la administracion del ramo, á la formacion de los presupuestos de las obras que faltaba efectuar en las tres líneas que le habian sido confiadas en el momento de la incautacion: y tomó sus disposiciones para que las operaciones se hiciesen con esmero y las apreciaciones fuesen tan exactas que pudieran servir de base á la formalizacion de contratos, que por subasta ó por concurso se proponia llevar á efecto. Los ingenieros cumplieron dignamente su cometido; levantaron numerosos perfiles, longitudinales y trasversales; diseñaron detallados planos; acumularon infinitos estados de cubicacion de explanaciones y obras de fábrica; compulsaron los precios de los presupuestos oficiales y presentaron el resultado de tanto trabajo en ordenado conjunto, con la pericia que nuestros ingenieros de caminos, que constituian la base de los empleados del Consejo de incautacion, saben hacerlo y lo hacen. Obra ese trabajo en poder del Consejo hace más de un año, y los contratos que, con arreglo á sus preceptos ha realizado aquél, son una prueba acabada de la exactitud de sus

juicios, y de sus asertos; en la mayor parte de ellos ha obtenido de los contratistas ventajas de 10, 15 y 18 por 100, lo cual hace creer que esto mismo habria sucedido con las demás obras si hubiese sido autorizado para contratarlas.

El resúmen del presupuesto, ó avance del costo á que podrá ascender la terminacion de las obras de la red del Noroeste, adquisicion del material fijo y móvil y demás gastos necesarios para completar las líneas, á partir de la época de la incautacion, fué hecho público en una discusion solemne del Congreso de los Diputados, y puede condensarse en las cifras siguientes:

LÍNEAS.	EXPLANACIONES, obras de fábrica, túneles, etc. — *Importe: pts.*	VÍA, material fijo, edificios y accesorios. — *Importe: pts.*	MATERIAL móvil. — *Importe: pts.*	TOTAL. — *Importe: pts.*
Palencia á Ponferrada..	6.269.447,00	1.968.600,00	643.076,00	8 881.123,00
Ponferrada á la Coruña.	17.813.267,00	7.773.300,00	2.375.430,00	27.961.397,00
Leon á Gijon.....	30.542.391,00	2.364.100,00	734.944,00	33.641.435,00
Oviedo á Truvia.....	1.624.895,00	644.000,00	496.550,00	2.765.445,00
	56.250.000,00	12.750.000,00	4.250.000,00	73.250.000,00
Gasto necesario para terminar las secciones en explotacion				1.750.000,00
Importe total del gasto presupuesto.....				75.000 000,00

Durante el ejercicio del Consejo de incautacion, que por cierto fué suprimido en el momento que estaba en disposicion de contratar las obras que quedaban por construir, con arreglo á estos presupuestos, se efectuaron obras en las tres líneas, cuyo importe puede regularse de la manera siguiente: en la de Palencia á Ponferrada

dos millones de pesetas; en la de Ponferrada á la Coruña *tres millones;* en la de Leon á Gijon otros *tres*, y en la de Oviedo á Truvia *uno*, incluyendo en este gasto el de los servicios pendientes en las líneas entregadas á la explotacion; en junto, *nueve millones*, lo cual quiere decir que el presupuesto real y efectivo de las obras que el dia 1.º de Abril de 1880 quedaban por ejecutar, puede fijarse con mucha aproximacion, casi con exactitud rigurosa en sesenta y seis millones de pesetas.

No hemos de hacer observacion alguna sobre las consecuencias que de este dato se desprenden, ni siquiera la de que importando 241 millones y medio los presupuestos de las cuatro líneas del Noroeste (inclusa la de Truvia) y 75 millones el de las obras que faltaban por ejecutar, el valor de las que ha construido la antigua Empresa debe estar representado por 166 millones y medio de pesetas, si se les aplican los mismos precios que se tuvieron presentes para formar ambos documentos. Hasta cierto punto importará á la historia de los procedimientos que con la antigua Empresa se han seguido, ese dato: es ajeno á nuestro propósito y de él no nos ocupamos. Lo que sí es menester consignar es la longitud de cada una de las líneas en que las obras quedaron terminadas por la antigua Empresa, para poder fundar ciertos cálculos que tendremos que presentar, respecto de las obligaciones de la nueva Compañía.

El estado en que las tres líneas quedaron fué el siguiente:

DENOMINACION.	EN explotacion.	CASI terminadas.	EN construccion.	SIN empezar.
	Kilómetros.	*Kilómetros.*	*Kilómetros.*	*Kilómetros.*
Palencia á Ponferrada.....	204,00	9,00	27,00	10,00
Ponferrada á la Coruña.....	115,00	76,00	57,00	59,00
Leon á Gijon....	119,00	2,00	17,00	35,00
	438,00	87,00	101,00	104,00

De los 76 kilómetros en que la construccion estaba casi terminada en la línea de Ponferrada á la Coruña corresponden 36 á la seccion comprendida entre Sárria y Lugo, y de los 17 en construccion de la de Leon á Gijon, 12 son los que median desde el Puente de los Fierros á la Pola de Lena; y la prueba de lo avanzada que su construccion se hallaba está en que con las cortas cantidades que el Consejo de incautacion les ha dedicado, pues que los recursos que consumió fueron tambien invertidos en otras secciones, se han podido entregar á la explotacion los 23 kilómetros comprendidos entre la Puebla de San Julian y Lugo, y se halla el resto de dichas secciones en disposicion de serlo, tan pronto como se terminen obras insignificantes por razon de su coste; de manera que puede decirse, contando con que el Consejo ha acometido las obras en otro trozo de 12 kilómetros, entre Monforte y Sárria, que la nueva Empresa recibe 486 kilómetros en explotacion, 51 kilómetros casi terminados y 101 en construccion, quedando reducida á 92 kilómetros la extension total en que no se han comenzado las obras, ó son de muy escasa importancia, que en

junto hacen los 730 kilómetros que componen la antigua red á que hay que agregar los 12 kilómetros de la línea de Oviedo á Truvia recientemente agregada. Con estas correcciones, debidas principalmente á la obra del Consejo de incautacion, resultará que la extension de cada línea á que la nueva Empresa tiene que dedicar sus cuidados y el presupuesto de gastos para terminar los trabajos que comprenden serán los siguientes:

	Kilómetros.	Pesetas.
Línea de Palencia á Ponferrada.....	46	6.881.123,00
— Ponferrada á la Coruña.....	156	24.961.997,00
— Leon á Gijon.....	42	30.641.435,00
— Oviedo á Truvia y gastos....	12	3.515.445,00
En junto	254	66.000.000,00

Tenemos, pues, clara y perfectamente definidas las obligaciones de la Empresa: y vamos á establecer de una manera no ménos exacta, la cantidad á que asciende la suma de recursos que el Gobierno, por ministerio de la ley, pone á su disposicion, en concepto de subvencion, á cuyo efecto continuaremos la historia que hemos interrumpido un momento, de las vicisitudes por que ha pasado la subvencion, primeramente concedida á estas líneas, en su forma no ménos que en su fondo. Hemos dicho que no nos consta cuál es la cantidad recibida por la antigua Empresa, por subvencion y anticipo, pero no nos cuesta trabajo creer que ascienda á los 98.975.255 pesetas en que se fija, por la Comision del Congreso de señores Diputados, que presentó el dictámen acerca de la que despues fué ley de incautacion, en el preámbulo de dicho documento, único antecedente con algun ca-

rácter oficial, que sobre este punto hemos podido examinar; en el mismo se expresa que las cantidades que por ambos conceptos quedaban aún por abonar, ascendian, para las tres líneas reunidas, á 37.876.109 pesetas, y ésta es la cifra que nos importa considerar, teniendo presente que á ella han de agregarse 5.292.779 pesetas, como resto de la subvencion adicional; es decir que, en números redondos las cantidades que aún quedaban por percibir, no bajaban de 43 millones de pesetas. Tampoco tenemos noticia exacta de la relacion en que entraba el anticipo reintegrable á formar parte de esta suma, pero tomando como exacto el dato suministrado por el digno Inspector del Cuerpo de Caminos, Canales y Puertos, Sr. D. Eugenio Barron, en la discusion que ilustró con sus conocimientos especiales, pronunciando un discurso cuyos alcances algun dia serán mejor comprendidos, que entónces fueron apreciados por la Cámara, supondremos que sea de 6 millones de pesetas, que conviene tener presente para la evaluacion que tenemos que practicar, por razon del tipo diferente á que se regulaban por la Administracion las obligaciones de ferrocarriles en que se hacía el pago de unas y otras atenciones; y asimismo admitiremos, con dicho señor, que habrá cuidado de comprobar su orígen, que la subvencion directa y la adicional que quedaba por percibir, importara 40 millones de pesetas.

El abono de las cantidades que por cualquiera concepto de subvencion se realizaba, tenía por base el tipo de cotizacion, y el de las cantidades imputables al anticipo se entregaban al cambio fijo de 50 por 100. En la Ley de arreglo de la Deuda, de 21 de Junio de 1876, al preceptuar, muy acertadamente, que para lo sucesivo

no se haria emision alguna de valores públicos para el pago de subvenciones á nuevas empresas de obras públicas, se dispuso que, por lo tocante á las antiguas, se hiciese dicho pago en obligaciones de ferrocarriles al tipo fijo de 40 por 100, para las subvenciones ya directas, ya adicionales; y de 50 por 100 para los auxilios, cuyo reintegro se dispensaba á las empresas, en compensacion, sin duda, del perjuicio que con la fijacion del plazo para el pago de las subvenciones se señalaba; es decir, que por esta disposicion se fijó en 104 millones y medio de pesetas nominales, en obligaciones de ferrocarriles, la cantidad que aún tenía que percibir la Empresa de los ferrocarriles del Noroeste. Claro es que el producto verdadero de este modo de pago, dependeria de los tipos á que los valores pudieran realizarse, en la época de su entrega y no se puede, por lo tanto, fijar de una manera definitiva, clara y concreta, la cantidad á que en efectivo, dicha subvencion quedaba reducida. Pero este vacío vino á llenarlo el señor marqués de Orovio, en el proyecto de ley de presupuestos de 1878 á 1879, cuyas prescripciones llegaron á tener fuerza de tal, para todas las empresas, á excepcion de la del Noroeste, para la que se dictó una disposicion especial, á que luégo nos hemos de referir. Previene el artículo 40 de la referida Ley que las subvenciones á empresas de esta clase, se dejen de abonar en obligaciones de ferrocarriles, y lo sean en metálico al tipo fijo de 60 por 100 de su primitivo importe, y los auxilios que aún resten por abonar lo sean tambien al tipo de 48 por 100 de dicho importe: es decir, que la subvencion que quedaba por recibir á la Compañía del Noroeste se regularia, precisamente, de este modo:

40 millones de pesetas, reducidos al 60 por 100.	24.00
6 millones de pesetas, reducidos al 48 por 100.	2.88
ó sea en junto una suma de millones de pesetas.	26.88

que el Gobierno tendria que desembolsar en el período de la construccion, que nunca podria bajar de seis años. Así, pues, segun las prescripciones de la ley de presupuestos citada, el sacrificio que el Gobierno se imponia para terminar las líneas del Noroeste, era el de desembolsar 107.520.000 reales vellon, durante el plazo de seis años, á medida que avanzase la construccion.

Pero, incautado el Gobierno de las líneas del Noroeste debió sin duda, abrigar por algun tiempo, el propósito de llevarlas á cabo por Administracion, porque el mismo señor marqués de Orovio en 12 de Abril de 1878, presentó en el Congreso de Diputados el siguiente

«*Proyecto de Ley*.—Artículo único. *En equivalencia* »de las subvenciones otorgadas por las leyes vigentes á »los ferrocarriles del Noroeste, y para *terminar* las obras »de tierra y fábrica, se consignará en los presupuestos »del Estado, por doce años, la cantidad de 5 millones de »pesetas, autorizando al Gobierno para levantar los fondos »necesarios, ó *para ceder* á los *Contratistas el crédito*, »á fin de que puedan emitir obligaciones con su garan- »tía, sin prejuzgar los derechos de los acreedores de las »compañías.»

Ya tienen nuestros lectores los datos suficientes para juzgar de la *equivalencia* que en este proyecto se establecia, pues que les consta que se proponia la entrega de 240 millones de reales en doce años, en *equivalencia* de la entrega de 107.520.000 reales en seis años, que, por lo ménos habia de durar la construccion; pero se

trataba, al fin y al cabo de una autorizacion al Gobierno, de que habia de hacer uso prudente y discreto: se aseguraba, además, la terminacion de las obras, y no es de extrañar que el Ministro y las Cámaras compitiesen en generosidad, en obsequio de aquellas abandonadas provincias del Noroeste, para las que, como hemos visto, tampoco habian sido avaros de concesiones los gobiernos anteriores. Así es, que el proyecto se convirtió en ley, que lleva la fecha de 11 de Julio de 1876, y su texto quedó redactado de la manera que vamos á hacer constar, porque contiene diferencias esenciales respecto del proyecto:

«Artículo único.—*En equivalencia* de las subvenciones, »otorgadas por las leyes vigentes á los ferrocarriles del Nor»oeste *que fueron objeto de la Ley de* 12 *de Enero de* 1877, »*y para continuar* las obras de tierra y fábrica, se con»signará en los presupuestos del Estado, por doce años, »la cantidad de cinco millones efectivos de pesetas, au»torizando al Gobierno para levantar los fondos necesa»rios y emitir obligaciones sobre estas anualidades, *que* »*quedarán tambien garantidas con el impuesto sobre las* »*tarifas de viajeros y mercancías*, con el objeto de ha»cer las obras por Administracion, ó por contratas par»ciales, con arreglo al artículo 9.º de la mencionada »Ley, sin que por ello, se prejuzguen los derechos de »los acreedores de la Compañía. *El trozo del ferrocarril* »*de Oviedo á Truvia, perteneciente al de Oviedo á Pra»via, formará parte de las líneas del Noroeste, y disfru»tará de los beneficios de esta Ley.*»

Ya hemos dicho que no es nuestro propósito comentar las disposiciones de esta ley, ni de ninguna, y por lo tanto, sólo retiraremos de ella el dato de que la sub-

vencion con que el Estado contribuiria en lo sucesivo á la construccion de las líneas del Noroeste, quedaba fijada en 60 millones de pesetas, distribuidos en doce anualidades, en lugar de los 26,88 millones que hasta aquel momento se habian concedido, á cobrar en el plazo total que quedaba á la construccion. Queda dicho tambien en qué forma el Gobierno dispuso aplicar su accion á la prosecucion de las obras, por medio del Consejo de incautacion, y queda tambien apuntado cómo por virtud de la ley de 19 de Diciembre último, cesó la organizacion anteriormente dispuesta y se preceptuó la adjudicacion por concurso de la concesion de las cuatro líneas del Noroeste, sobre la base de la subvencion últimamente otorgada por la ley que dejamos copiada. No hay para qué digamos que por Real decreto de 4 de Febrero de este año se otorgó la concesion á un sindicato de Sociedades francesas representadas por M. Armand Donon, quien á su vez transfirió aquélla á una Sociedad mercantil, ó Compañía anónima, designada con la razon social de *Los ferrocarriles de Astúrias, Galicia y Leon*, cuya transferencia fué aprobada por Real órden de 31 de Marzo de este mismo año. De esta serie de sucesos, lo que nos importa deducir es la fijacion de la cantidad que la nueva Compañía tiene que percibir del Estado por concepto de subvencion, y esta averiguacion es sumamente fácil. Hemos evaluado aproximadamente en 9 millones de pesetas las obras que el Consejo de incautacion ejecutó durante su azarosa existencia, y por lo tanto, debiendo deducirse esta suma del importe total de la concedida en las doce anualidades, resultará que la nueva Compañía habrá de percibir, con arreglo al derecho que la concesion le otorga, 51 millones de pesetas, que

consideraremos efectivas, supuesto que los productos líquidos de la explotacion de las líneas rendirán lo suficiente para pagar los intereses que represente el adelanto de algunas anualidades, para atender á las obras, en el plazo de su ejecucion, respecto de la época en que han de ser percibidas.

Ahora ya aparece evidenciado el aserto, cuya prueba hemos ofrecido, de que la Compañía ha de recibir del Gobierno, por vía de subvencion, la *mayor parte del capital necesario* para llevar á cabo las obras, y no hubiéramos exagerado si dijéramos que recibia todo el capital necesario para dicho objeto y bastante más. Pero, prescindiendo de las operaciones de crédito para que se le proporciona base, resulta que importando las obras, segun la tasacion analizada, 66 millones de pesetas y 51 la subvencion directa que ha de recibir, son sólo 15 millones de pesetas lo que tiene que suplir, es decir, ménos de la cuarta parte del total gasto, ó dicho de otro modo, ménos de $\frac{1}{15}$ del capital mínimo que representará, una vez concluida la red cuya concesion ha obtenido.

Y como corolario importantísimo para la cuestion que principalmente pone la pluma en nuestras manos, se deduce que la fórmula de Freycinet, que hemos consignado en la pág. 102, es de una exacta aplicacion, pues que si el gasto de construccion no es nulo, apénas llega á 60.000 pesetas por kilómetro, que poco más ó ménos podrá ser el que impone á los concesionarios franceses la ley de 1842, no teniendo en cuenta más longitud que la de 254 kilómetros, en que falta por construir el camino, porque, si como para el efecto procederia se aplicase la fórmula á toda la extension de las líneas, el valor

de *C*, no pasaria mucho de 20.000 pesetas. Es decir, que en estas circunstancias la pendiente económica, en los tramos especiales, no deberá pasar de $0^{m},020$ por metro, que es lo que deseábamos demostrar.

INFLUENCIA DE LA VARIACION EN EL COSTE DE LAS OBRAS.

Tenemos, pues, una concesion de líneas de caminos de hierro perfectamente definidas, con proyectos aprobados en su totalidad, con presupuestos exactamente confeccionados, con trazados y replanteos indeleblemente fijos sobre el terreno, que permiten á la Empresa trabajar en el momento que quiera, en toda la extension de sus contratos; tenemos que las condiciones técnicas de esos caminos son las más satisfactorias, las que la ciencia verdadera recomienda para obtener el mayor provecho de su explotacion, aquellas especialmente que si podrian perjudicar al público por el mayor desarrollo de las líneas, que dan lugar á mayor percepcion en la tarifa, serian otro tanto favorables á la Empresa, que á su vez no se perjudicaria en la construccion, supuesto que con facilidad podria adquirir los insignificantes recursos que necesitara; y con todo esto, el primer cuidado de la Empresa, no cabe dudarlo, ha sido pensar en introducir variaciones en el trazado de una de las líneas, que modifican profundamente las condiciones de la explotacion, que la harian ruinosa si fuera posible que se

aceptaran; que pugnan con lo usual, lo corriente, lo establecido y hasta lo tolerado en todo el mundo conocido; y sobre todo, que alarman y disgustan á las comarcas interesadas, perjudicando extraordinariamente los mismos intereses á que hay obligacion de servir. ¿A qué responde este intento funesto y suicida? ¿Quién gana con el cambio que se medita? Legítimamente, nadie.

Hay una verdadera perturbacion de ideas en esta cuestion, que prueba que está planteada de una manera viciosa y por lo tanto, nos hallamos expuestos á que las consecuencias, lógicamente deducidas, sean erróneas ó absurdas. La manifestacion del vicio de este problema está en la irregularidad de que, para defender los conatos de la Empresa, se alegue por algunos, que su objeto es poner la explotacion de la línea de Astúrias, en las condiciones de adelanto que hoy consiente la ciencia, y como consecuencia de esto, se invoca el interés del público, que lo obtendrá muy grande ahorrándose el pago de la tarifa en 15 kilómetros de recorrido, que por efecto del aumento de la pendiente, deben suprimirse en toda la línea. Es irregular, es anómalo, y hasta atentatorio contra una buena administracion, que la Compañía que, en primer lugar, debe atender al manejo de sus intereses, se cuide de los del público, que tienen otra representacion más genuina y autorizada. No es ménos irregular, anómalo y atentatorio, que cuando la Administracion dispone de medios tan perfectos, tan idóneos y tan competentes como los que, afortunadamente, tiene el ramo de Obras públicas en España, cuando debe suponerse que los altos cuerpos científicos, están al corriente de los movimientos del espíritu moderno, en los ramos distintos del saber que les incumben, y velan ce-

losos para proponer oportunamente, en la aplicacion, aquellas reformas que al bien de la nacion convengan, se ha de esperar á recibir la propulsion, en cuestion tan importante, como ya hemos visto que es, la de las pendientes de los caminos de hierro, de la iniciativa de una Compañía anónima, constituida con un objeto industrial determinado. Es irregular y es anómalo, y es atentatorio á las estipulaciones de la concesion, que cuando la Empresa aceptó un plazo, que no vacilamos en calificar de angustioso, para la ejecucion de las obras de la línea de Leon á Gijon, sobre todo, se entretenga en estudiar problemas intempestivos, descuidando la construccion de las obras, en la que, á los cinco meses de la concesion, no ha dado un paso, sobre los que habia dado el Consejo de incautacion; y porque todo esto es anómalo, irregular y contra las leyes naturales, y porque contra éstas no puede suceder nada, al ménos que prevalezca en el espíritu de la ley ó de la moral, como no prevalece en el órden físico; menester es entrar en algunos esclarecimientos, para ver si nos ponemos en camino de alcanzar la ley moral ó física á que obedecen los designios que censuramos.

Por de pronto, nos ocurre que, en una seccion tan costosa como es la de Pajares, pues que, como hemos visto, cada uno de los 40 kilómetros que la constituyen, tiene asignado un coste medio de 750.000 pesetas, el ahorro de 15 kilómetros en el desarrollo, lleva consigo una economía en el gasto de la construccion, de 11 á 12 millones de pesetas, que tal vez convenga á la Empresa introducir en sus gastos, intento que á algunos podrá parecer irreprochable, bajo el punto de vista del interés de los accionistas. Despues de lo que lleva-

mos dicho, de sobra se comprende que nosotros no somos de esa opinion: pero, ni ésta tiene valor alguno para la Empresa, ni tratamos de imponerla á nadie que profese la contraria. El Estado, que se ha impuesto tan repetidos y enormes sacrificios por dotar á las lejanas provincias de Astúrias y Galicia de los medios perfeccionados de comunicacion que poseen las demás de España, es el que no teniendo el mismo objeto que la Compañía podrá atender á nuestras modestas observaciones, como de seguro atenderá al clamoreo que por todas partes se levanta, en las desventuradas comarca á quienes, más de cerca, interesan los propósitos, traducidos ya en hechos, de la Empresa. No importa que el Gobierno, que es la representacion del Estado, no haya creido conveniente advertir á la Empresa concesionaria, que no consentirá siquiera la instruccion de expediente sobre una pretension que tiende á barrenar las condiciones esenciales del pacto celebrado por la Compañía; tenemos completa confianza en la justificacion y rectitud de la Administracion superior, y aunque por camino diferente, esperamos que hemos de llegar al resultado que deseamos y que la provincia de Oviedo ansía, que es el de que no se introduzca modificacion alguna, ni mucho ménos variacion ó cambio radical, en el trazado que ha sido hace tiempo aprobado, y sirvió de base al concurso por cuyo intermedio se otorgó la concesion.

Más adelante apuntaremos las razones en que se apoya nuestro punto de vista sobre el particular; pero, por de pronto, vamos á hacer algunas indicaciones respecto de los resultados numéricos á que podria verse conducida la Compañía, si lograra realizar los proyectos que se le atribuyen, porque, de ese modo, tal vez se

pueda venir en conocimiento de los móviles que, más ó ménos acertadamente, inspiren su conducta que, sólo por los resultados que afectan al servicio público podemos discutir. Hemos dicho que la subvencion que á la Compañía se concede queda reducida á 51 millones de pesetas, y como el presupuesto de las obras que, con arreglo al proyecto oficial hay que ejecutar en Astúrias, se halla con el presupuesto total de la concesion, en la relacion de 306 á 660, se deduce que la subvencion que á la seccion de Astúrias corresponde, asciende á 23.640.000 pesetas, ó sean 591.000 pesetas por cada uno de los 40 kilómetros que próximamente la constituyen. El coste exacto, con arreglo á los mismos datos, de cada kilómetro deberá ser de 776.000 pesetas, y por lo tanto, el desembolso que la Compañía tendrá que hacer, para llevar á cabo todas las obras de cada uno de estos kilómetros, tan excepcionalmente difíciles, no pasará de 175.000 pesetas, segun queda anteriormente manifestado.

Ya nos parece una situacion bastante cómoda la que permite obtener tan grande resultado con tan pequeño dispendio. Pero no puede negarse que aún hay otra más satisfactoria, á que, en opinion de algunos, la Compañía puede con perfecto derecho aspirar, y es la de construir 15 kilómetros ménos, sin rebajar nada del importe total de la subvencion que á la seccion corresponde; en este caso, á los 25 kilómetros que realmente se construyeran corresponderia un gasto presupuesto de 19.400.000 pesetas, y como la subvencion total de la seccion es de 23.640.000 pesetas, se desprende de la comparacion de ambas cifras que la Compañía habria hecho de balde las temidas obras de la bajada de Pajares, y áun retiraria un excedente de 4.240.000 pesetas, ó digamos en números

redondos 17 millones de rs. vn. No tenemos para qué decir que nosotros no compartimos esta opinion, supuesto que creemos que nada se puede ni se debe hacer fuera del proyecto aprobado, pero no podemos ménos de respetar la de autorizadas personas que entienden que la subvencion que la ley de 19 de Diciembre señala es fija y no debe rebajarse, pues que no habiéndose obligado á sujetarse á plano ni proyecto alguno, que el Gobierno no estimó necesario llevar al concurso, no pueden considerarse las propuestas de la Empresa como modificacion de proyectos anteriores, sin perjuicio de introducir variaciones, debidamente aprobadas, en las partes que se hallen en construccion, ó que ella misma haya proyectado; y sobre este particular deben fijar mucho su consideracion aquellos que de buena fe admitirian alguna variacion, aunque perjudicase algo á la obra, en gracia del ahorro que se produjera en los gastos que habria de sufragar nuestro demasiado ahogado Erario, porque no se hallen sorprendidos el dia de mañana, con que se infirió el perjuicio pero no se alivió la carga de nuestros sacrificios. En esta perspectiva no cabe duda que podrán ofrecerse á la Empresa horizontes distintos de los que, juzgando por el órden material de las cosas, no se alcanzan á percibir.

Hay sujetos, ménos benévolos para con la Compañía, que entienden que la subvencion debe rebajarse en razon de los kilómetros que, por efecto de la variacion que se autorice, dejen de construirse, y discurren de esta manera: la Empresa tiene derecho á percibir 51 millones de pesetas por los 302 kilómetros que en toda la red se hallaban sin entregar á la explotacion cuando se hizo cargo de las líneas, ó lo que es lo mismo, á una subven-

cion kilométrica media de 167.763 pesetas, y por lo tanto, lo que habrá que deducir á la Empresa si disminuye en 15 kilómetros la longitud del trazado, son 2.516.445 pesetas; se ve, que áun tratándola con este rigor, todavía habria aquélla recibido lo suficiente para construir la seccion de Astúrias de balde y retirar un sobrante de 1.723.565 pesetas. Todavía hay otros, ménos benévolos aún, que pretenderian que, tratándose de rebajar subvencion por los kilómetros que la Empresa dejase de construir, no se fijase el tanto kilométrico de aquélla, en razon de la extension que no recibe en explotacion, sino de aquella en que verdaderamente puede decirse que hay que realizar la construccion, pues que los 48 kilómetros que componen las dos secciones de Sarria á Lugo, y de Puente de los Fierros á Lena, aunque no se hayan entregado á la explotacion, deben darse por terminados; en opinion de estos intransigentes, el tanto kilométrico de subvencion debe obtenerse dividiendo 51 millones de pesetas por 254 kilómetros, y no por 302, lo cual da un cociente de 200.000 pesetas, en números redondos, y por lo tanto, la rebaja que habria de hacerse ascenderia á 3 millones de pesetas; es decir, que áun faltando á la Compañía toda clase de benevolencia, podrian sobrarle todavía 1.240.000 pesetas despues de haber construido de balde la línea de Astúrias; y repetimos, por última vez, que para los gastos que supone el adelanto de fondos, respecto de la época en que ha de cobrarse la subvencion, suministra recursos más que sobrados el producto líquido de la explotacion de las secciones que á la Compañía han sido entregadas.

No queremos llevar más adelante las hipótesis, porque todo el mundo es dueño de hacer las que guste y

apreciar los resultados que de ellas se deduzcan, con el auxilio de los datos que quedan consignados. Se puede llevar la falta de benevolencia con la Empresa hasta el punto de querer que deje de recibir por cada kilómetro que no construya la misma cantidad que se la ha de abonar por cada uno de los que ejecute; pero no nos detenemos en este supuesto, en primer lugar, porque no queremos parecer malévolos para con la Compañía, y luégo, porque en modo alguno nos halaga discutir la posiblilidad de una reduccion que nuestra razon rechaza. Entendemos, sin embargo, que lo dicho es bastante para comprender lo que á primera vista parece incomprensible: admitida la posibilidad legal de que los intentos de la Empresa tengan por resultado realizar la construccion de las obras que ha tomado á su cargo, sin desembolso alguno, ya no hay necesidad de torcer las leyes de la naturaleza ni violentar el sentido de sus efectos, para percibir las ventajas aparentes del sistema que aquélla sigue; pero logrado el objeto inmediato que pueda proponerse, la lógica obraria sus efectos naturales con irresistible fuerza. La explotacion de la línea, que la Compañía acaricia hoy como halagüeña concepcion científica, la haria renegar mil veces de las ilusorias ventajas anteriormente tocadas; veríase que, por una economía mezquina, se habia inutilizado un admirable instrumento de riqueza, evidenciándose la imposibilidad de que Astúrias enviase á los mercados del interior sus preciados productos, generalmente de poco valor intrínseco; tarde se comprenderia nuestra prevision de hoy, y se haria justicia á la rectitud de nuestros propósitos al tomarnos la molestia de publicar estos renglones, con que tal vez enfademos á muchos; en vano se lamentarian pasados

desaciertos, pues que no habria á quien dirigirse en demanda del remedio, ni esperanza de éste; porque la barrera que separa á Astúrias de Castilla, más inexorable que los Alpes Nóricos, no permite que se lleve á cabo, en el porvenir, una línea de rodeo que hiciese inútil el paso de Pajares, como la de OEdimburgo y Nagy-Kanisa, en Austria, ha hecho innecesario el celebrado del Semmering. ¡Ah! El yerro, que aún esperamos no se cometa, tal vez nos obligaria á tender una mirada suplicante á nuestras hermanas de Santillana, buscando en la línea de Santander, como salvadora, una solucion que muchos, de muy antiguo patrocinaron, y que nosotros siempre combatimos. No parezca esto absurdo, porque más lo es, á los ojos de la razon y de la experiencia, el plan que se medita y á muchos, sin embargo, tampoco se lo parece.

EFECTOS ECONÓMICOS

DEL AUMENTO DE LA PENDIENTE.

Parécenos llegada la ocasion de mirar cara á cara á la novedad é interrogarla respecto de las ventajas indescriptibles que va á producir su planteamiento en la fortuna pública y en la de la Empresa, en cambio de los accidentes, de las molestias, de los perjuicios de todo género que hemos visto ha de ocasionar al tráfico y á la misma Compañía, con el aumento de tiempo y gasto que

han de exigir las expediciones, con la reduccion de la carga, y sobre todo, con la imposibilidad de sostener una organizacion de que hasta el presente no hay ejemplar, ni es de creer que en lo sucesivo se presenten copias.

La primera circunstancia halagüeña que el nuevo trazado debe presentar bajo este punto de vista, es la reduccion de la línea de Astúrias en 15 kilómetros de difícil construccion, que ya hemos dicho representan un ahorro de 11.500.000 pesetas en números redondos, para la Empresa; hay que tener en cuenta que aunque la opinion de los que creen que la subvencion es fija y no debe sufrir rebaja sea respetable, podria suceder que resultase lo contrario, y por lo tanto, nosotros, para colocar nuestros cálculos en condiciones de verosimilitud, supondremos que habria de introducirse alguna rebaja en la subvencion, por efecto de la reduccion de obras que llevaria consigo el aumento de la pendiente y consiguiente disminucion de la longitud; y para que la Empresa no aparezca demasiado favorecida, optaremos por los cálculos de los ménos benévolos, y dejaremos sentado que la rebaja ascienda á 3 millones de pesetas, con lo cual el verdadero ahorro de gasto que la Compañía haria sería de 8.500.000 pesetas. Hay además una disminucion de gasto para el público en el recorrido, proporcional á la longitud, que se merma, en el desarrollo del trazado.

De una y otra cantidad podemos darnos cuenta fácilmente, para cuyo efecto las reduciremos á una misma naturaleza, en su representacion, sea en capital, sea en intereses anuos. Suponiendo que á los capitales que la Compañía tenga necesidad de facilitarse se satisfaga con un interés de 8 por 100 al año, no comprendida la amor-

tizacion, la supresion de los 15 kilómetros aludidos proporcionará á la Compañía un ahorro anual de 680.000 pesetas.

Tenemos que hacer una hipótesis sobre el producto probable de la línea de Astúrias, cuya longitud se recordará que, por el proyecto aprobado, es de 173 kilómetros de pago. En la actualidad la parte explotada de las líneas del Noroeste ofrece un rendimiento bruto de 7.500 pesetas, por término medio, y nuestra primera suposicion es, que cuando la red se halle terminada, este producto se haya elevado al doble, por lo ménos para la línea de Astúrias, que por entónces podrá compararse con el estado actual de la de Bilbao. Suponemos, asimismo, los gastos representados por la cifra de 7.000 pesetas por kilómetro, con lo que el producto líquido sería de unas 8.000 pesetas por cada uno de los 173 kilómetros explotados, y el conjunto de la línea de Astúrias produciria un ingreso líquido de 1.384.000 pesetas. Ahora bien: si por efecto de la modificacion, es decir, de la variacion, del cambio, ó mejor dicho, del trastorno con que se sueña, se introdujera en el desarrollo la economía de 15 kilómetros, es evidente que la tarifa sólo se aplicaria á 158 kilómetros, y por lo tanto, á igualdad de tráfico la Empresa percibiria $\frac{1}{14}$ ménos que en el otro caso; habria, pues, un beneficio reconocido para el público (siempre que recibiese el mismo servicio), de 8.000 pesetas $\times$ 15 = 120.000 pesetas, que la Compañía dejaba de recaudar en el arca de sus utilidades. Pero como por efecto de esta variacion, la Compañía habia dejado de gastar 680.000 pesetas al año, siempre resultaria que la supresion de las obras aludidas le habia producido un beneficio de 560.000 pesetas al año. Aparece

patente que una mira de lucro inmediato, más ó ménos bien entendida, puede ser la causa de las modificaciones que en el perfil de la línea se quieren introducir. No dejaremos de decir que el ahorro para el público no sería de las 120.000 pesetas que la Compañía deja de ganar al respecto de 8.000 pesetas por kilómetro, sino que lo sería de las 15.000 que representan los gastos agregados á aquella ganancia, de manera que la verdadera cantidad que el público dejaria de gastar sería de 225.000 pesetas.

Pero veamos si, atendido el aumento de gastos que la Empresa tendria en la seccion especial de Pajares, se encontraria ésta del todo satisfecha de los resultados que la alteracion le habria producido.

Explotacion de la línea aprobada.—Los 173 kilómetros, á razon de 15.000 pesetas, arrojan un producto bruto de 2.595.000 pesetas, del que deduciendo 1.211.000 pesetas por gastos á razon de 7.000 pesetas por kilómetro, resulta un beneficio líquido de $173 \times 8.000 =$ 1.384.000 pesetas, segun queda dicho.

Explotacion de la línea que se intenta.—Los 158 kilómetros que tendrá de longitud arrojarian un ingreso bruto de 2.370.000 pesetas, del que hay que deducir: 1.°, el importe de los gastos de explotacion de 131 kilómetros en que la línea no sale de las condiciones ordinarias, á razon de 7.000 pesetas, ó sea la cantidad de 927.000 pesetas; y 2.°, el importe de la explotacion de los 27 kilómetros de circunstancias excepcionales, que no calculamos bajaria, si ella fuera posible, de 21.000 pesetas por kilómetro, es decir, del triple de la explotacion ordinaria, y los que hayan tenido la paciencia de seguir con atencion este ímprobo relato, comprenderán

que esta estimacion no tiene nada de exagerada, pues que mayor es el gasto de la rampa *dei Giovi*, que no está en condiciones tan desfavorables. Con sujecion á estas indicaciones, la explotacion excepcional ocasionaria un gasto de 567.000 pesetas, que agregadas á las 927.000 pesetas de los trozos de explotacion ordinaria, darian un gasto total de 1.494.000 pesetas. Restando esta cantidad de los 2.370.000 pesetas que representan el producto bruto en este caso, tendremos que la utilidad de la explotacion estará representada por 876.000 pesetas, y por lo tanto, la seccion excepcional habria introducido una baja en los productos líquidos de la línea de 508.000 pesetas, respecto de lo que la línea ordinaria hubiera producido. Esta cifra compensa, con corta diferencia, toda la utilidad que hemos visto podria retirar la Empresa de la reduccion de capital que para ella podria representar la variacion que se intenta; y para llegar á este resultado, ¿será posible que haya quien piense en traer á estas líneas los inconvenientes y los disgustos que, segun hemos reseñado, ocasionan en otras partes las pendientes fuertes, con no ser tan fuertes como las que se nos quieren propinar?

No queremos que nuestro cálculo se tenga por infalible: es uno de tantos como se pueden hacer; pero tengan por seguro nuestros lectores que entre los verosímiles es el más favorable para la Empresa. Hemos supuesto que lo mismo los kilómetros de un trazado que los de otro, ocasionarian igual coste de 766.000 pesetas, y esto no es exacto. El coste kilométrico de la variacion sería mayor que el de la línea primitiva, y afirmándolo así con el testimonio de personas autorizadas, renunciamos á demostrarlo; creemos, por otra parte, que la Compa-

ñía ya sabe á qué atenerse sobre este particular. El material es muchísimo más costoso, no sólo el móvil, en que hay una diferencia de 50 por 100, sino el fijo, porque las máquinas pesadas, resbalando con sus frenos sobre pendientes fuertes, gastan los carriles de una manera prodigiosa; ciertas obras de fábrica deberán estar dotadas de mayor resistencia, y todo esto para arrastrar, con el mismo gasto, una cantidad muchísimo menor. Renunciamos á continuar enumerando los perjuicios que á la Compañía causaria esta explotacion, porque sobre este particular ella debe saber más que nadie, y somos bastante prácticos para permitirnos administrar la hacienda ajena; pero no es ésta, sino la propia la que nos inspira las consideraciones que quedan apuntadas. La Empresa acomete un trabajo en que no es la sola interesada: si se equivoca, no es ella quien principalmente pagará las consecuencias, pues en último resultado poco le importaria lograr ménos rendimiento para un capital que nada le cuesta; lo será el público, de que formamos parte, y á quien teniendo derecho á todo, no se indemnizará con nada.

NO SE PUEDE ADMITIR LA PROPUESTA DE VARIACION QUE SE INTENTA.

Del rápido exámen que acabamos de hacer se deduce que las *condiciones económicas* de la explotacion, con

arreglo á las que, la concesion de los ferrocarriles del Noroeste se ha realizado, sufrirán una alteracion profundísima en la seccion que nos ocupa, en el caso de que se adopte el plan que parece la Empresa dispuesta á proponer; y esta consideracion, que ya habíamos adelantado, nos mueve á reproducir un argumento que hemos presentado, no ya para negar la conveniencia de que semejante variacion se intente, sino para demostrar que ni siquiera cabe discusion sobre ella, y que el Gobierno no podria tomarla en cuenta, sin violar las condiciones del contrato, que por igual á ambas partes interesan, y son más dignas de respeto en lo que al interés público se refiere, y en este sentido tendrán perfecta explicacion las frases de los que opinan que al Gobierno está vedado aprobar la variacion que censuramos, y por consiguiente, que no tiene para qué consentir en el expediente de su propuesta.

La razon es obvia: el Estado ha celebrado un contrato con una Empresa, sobre cumplimiento de determinado servicio, por medio de un concurso, revestido de ciertas formalidades prevenidas por la ley, y con arreglo á condiciones, á cuyo cumplimiento se han obligado solemnemente ambos contratantes. No puede dudarse de que las condiciones técnicas del trazado, porque trazado habia, aunque los planos no estuvieran presentes en el acto del concurso, y basta que á los licitadores impusiera la ley la obligacion de respetar todas las disposiciones vigentes para con la antigua Empresa, forman una parte tan esencial del contrato, como el precio mismo del servicio, supuesto que en virtud de ellas se ha fijado; y por lo tanto, así como no puede alterarse éste, que está señalado por una ley, tampoco pueden alterarse aquéllas,

en cuanto la alteracion tienda á modificarle. Y aunque esta proposicion no necesita ser demostrada, no dejaremos de preguntar; si la Administracion hubiera querido introducir modificaciones, ¿no era la ocasion oportuna, cuando libre de compromisos, porque tenía las líneas en su poder, fijó en 60.000.000 de pesetas la cantidad que se habia de dar por el Estado, *en equivalencia* de las que aún tenía que percibir la antigua Compañía? Es evidente que, señalándose aquella suma, como necesaria para *terminar* las líneas, si el Gobierno hubiera creido que se podian introducir variaciones que economizasen en la construccion 14.000.000 de pesetas, entónces lo hubiera hecho, y la subvencion se hubiera fijado tan sólo en 48.000.000. ¿Cómo es posible que el Gobierno que pudo tomar un acuerdo hace un año, y *no lo creyó conveniente*, mediante el cual ahorraria el gasto de 12.000.000 de pesetas á nuestro afligido presupuesto, piense que le sería lícito hacerlo hoy que aquella economía redunda en beneficio de una Empresa? Esto alteraria las condiciones que la ley establece, y por consiguiente, sólo por medio de otra ley pueden recibir sancion suficiente, para ser válidas y respetadas las resoluciones á que un expediente sobre este asunto pudiera dar lugar. Y hemos de probarlo, con muy pocas palabras.

Ya lo hemos dicho, y si no fuera un texto legal, bastaria el sentido comun para persuadir á la exactitud de nuestro juicio; el Gobierno sólo está autorizado para aprobar variaciones de trazado, *siempre que no alteren las condiciones económicas de la explotacion* de las líneas á que se refieren, y esto que, sin estar prevenido legalmente durante más de veinte años, fué rigurosamente observado por todos los Gobiernos y en todas las líneas

que se han construido en España, es una terminante prescripcion legal, para las líneas del Noroeste, desde el dia 18 de Octubre de 1869.—¿Altera la variacion que se propone, las condiciones económicas de la explotacion? Despues de los datos que hemos aducido, no cabe dudarlo; ó las palabras de *alteracion de las condiciones económicas de la explotacion*, no tienen sentido, ó es preciso reconocer que existe eso, cuando los gastos de la explotacion se han de elevar al triple ó mucho más de lo que en el resto de la línea, aquélla ha de costar.—¿Cómo es posible pensar siquiera que el Gobierno, por primera vez, se separe de la práctica y del precepto, precisamente en las líneas para cuyo uso la ley se ha hecho? Si, lo que no creemos, quisiera interrumpir aquélla, ¿cómo habria de prescindir del art. 8.° de la ley de 19 de Diciembre último que fortalece y confirma las disposiciones vigentes en concesiones anteriores?

Si no estamos en lo cierto, dejaremos sentado un dilema, para que de sus expresos términos, deduzca cada uno las consecuencias que le convengan. Ó tiene limitacion alguna el Gobierno para otorgar esta clase de peticiones de alteracion de las condiciones técnicas de un trazado que ha sufrido la prueba de la adjudicacion de su concesion en concurso, ó no la tiene: si la tiene convendrá saber cuál es, y no basta que se conteste que está en los consejos de la ciencia, representada por las altas corporaciones facultativas, pues que el consejo no impone la resolucion que es la que lleva consigo responsabilidad: y si no tiene limitacion, entónces la Compañía (y perdónenos por esta vez, la espontaneidad del consejo) hará muy bien en esforzar los argumentos que los *adelantos de la ciencia* proporcionan, y subir un tanto el

tono de sus pretensiones, pues que una explotacion del 7 por 100 ó del 14, no la causaria más gastos que la del 3,5, el ahorro en la construccion sería verdaderamente digno de tenerse en cuenta, porque no bajaria de 25 kilómetros, y en cuanto al público, no experimentaria más sustos, ni más molestias que los que la pendiente de que hoy se trata le habria de proporcionar. Sobre la realizacion de este pensamiento, que no es tan baldío como algun lector acaso piense, procuraremos decir más adelante algunas palabras, por no interrumpir ahora el órden de nuestros razonamientos.

Hay otra disposicion legal consignada en el pliego general de condiciones para las contratas de obras públicas, que aunque no es de rigurosa aplicacion á este caso, nos proporciona un argumento que no queremos desperdiciar. La Administracion tiene el derecho de introducir modificaciones en un proyecto de una obra, aun cuando esté contratada; pero, si el importe de aquéllas, valorado á los precios de presupuesto, introdujese alteracion de más de la sexta parte del presupuesto total, el contratista adquiere el derecho de rescindir el contrato, si no le acomodan las nuevas condiciones que la Administracion le impone. Bien sabemos que el concesionario de un ferrocarril, no es el contratista de una carretera ú otra obra pública cualquiera; pero, nótese que en este caso especial, la subvencion que recibe es la cantidad precisamente señalada para *terminar* las obras de su compromiso, es decir, el valor de ellas, y por lo tanto, hay una analogía, harto fundada, entre ambas situaciones, analogía que hace más patente la pretension del concesionario, que no se parece á ninguna de cuantas los demás concesionarios han podido entablar hasta el dia. Se trata

de una variacion de trazado que ha de producir la supresion de 15 kilómetros en el desarrollo de la línea, segun con repeticion hemos dicho, y esta reduccion lleva consigo la de 11.250.000 pesetas, poco más ó ménos, en el coste de las obras. El valor que el concesionario recibe en representacion de éste es de 51.000.000 pesetas y la variacion por lo tanto representa el 22 por 100 de esta cantidad, que si se tratara de una obra contratada bastaria que fuese el 16,66 por 100, para dar al contratista derecho á la rescision. Bien sabemos que en este caso el concesionario no tiene tal derecho y creemos tambien que no estaria dispuesto á ejercitarlo, puesto que lo tuviera; pero supongamos que las cosas sucedieran á la inversa, y que el Gobierno, por un estudio más detenido de las necesidades que estas importantísimas obras han de llenar, determinase suavizar las pendientes aumentando el desarrollo de los trazados, ó por otra manera cualquiera, llegase á aprobar un nuevo proyecto cuyo coste fuese de doce ó quince millones de pesetas más que el actualmente aprobado ó replanteado. ¿Se conceptuaria al concesionario obligado á aceptar esa variacíon por las condiciones de su contrato? Evidentemente no. Sostendria su derecho de construir las líneas con arreglo al proyecto que habia servido de base á la concesion, y si el Gobierno persistia en variar las condiciones de ésta, por manera tan radical, no habria otro recurso que anular la concesion, abonando á la Compañía los daños y perjuicios á que hubiera lugar.—Pues, si esto sería lo justo, ¿por qué se ha de proceder de otra manera en el caso contrario, que para los efectos legales del contrato es idéntico?—Es más: si aquel caso que hemos supuesto llegare, que no llegará, es casi seguro que la

solucion del conflicto se hallaria en un aumento de subvencion, que ya que el Estado no pudiera, ni debiera otorgar, se apresurarian á ofrecer las provincias interesadas, por alcanzar el beneficio que de la reforma ideada por el Gobierno pensaban obtener; no puede dudarse de que serian excitadas para llegar á aquella solucion y no dudamos tampoco de que su patriotismo las llevaria á arrostrar toda clase de sacrificios. Pues hoy, que se trata de lo contrario, de reducir los gastos en una cantidad fuertísima, modificando, en daño suyo, las condiciones del trazado, ¿por qué no han de ser atendidos sus ruegos, reducidos pura y simplemente á que se gaste la cantidad votada por las Córtes, ni una peseta más, ni una peseta ménos, que es lo que ellas mismas, en union de las demás provincias de España están dispuestas á sufragar?

Así, pues, el texto expreso de una ley y la aplicacion racional y prudente de otra, persuaden de consuno, á no creer que, sin violentarlas, está el Gobierno autorizado para oir siquiera las propuestas que la Empresa pueda hacer en el sentido que indicado queda. Esto autoriza nuestra resolucion al consignar en este documento estos desaliñados conceptos, que sólo el vivísimo interés que el bien general nos inspira, ha podido vencer la repugnancia con que, á la luz pública los damos; esto justifica la precipitacion con que, de todos los puntos de la provincia de Oviedo, se ha acudido á protestar por los medios que las leyes consienten, contra la realizacion de un intento que se cree funesto. A nadie ocurre dudar de la ilustracion que al expediente habrán de llevar en su dia, los dictámenes de los cuerpos facultativos á quienes el Ministerio tenga por conveniente consultar: nadie

duda de la justificacion y de la rectitud con que aquél habria de resolver la cuestion que tanto afecta los intereses de una provincia; pero, ¿no sería mejor que no hubiera lugar á semejante expediente, ni á tal cuestion, porque no lo consintiese la evidencia de lo que creemos nuestro derecho?

De esto sólo se trata: no de formar opiniones artificiales y mucho ménos ficticias, por causa de determinados fines; no de prevenir juicios, que sólo han de inspirarse en la verdad y en la ciencia, por medios que rechaza quien conoce la pura sencillez de la ciencia, y la incontrastable fuerza de la verdad; no de coartar atribuciones supremas, que se ejercen siempre en campos en donde la intriga no penetra, ni otros intereses que el bien de la patria encuentran eco; no de otra cosa que de ayudar á la falible razon humana, con advertencias y avisos, que si tienen escasa fuerza por su poco autorizado orígen, ó la pierden con la distancia de que proceden, jamás desprecia el fuerte, ni por alarde de su posicion deja de atender el poderoso.

CONCLUSION.

Llegamos al término de nuestro trabajo; creemos haber demostrado que no sólo no asiste á la Compañía derecho para dirigirse al Gobierno proponiendo, no una modificacion de trazado dentro de las condiciones de la concesion que se la ha otorgado, que á eso nada tendríamos que oponer, sino que el Gobierno carece de atribuciones para otorgar lo que se intenta, porque cambia por completo las condiciones económicas de la explotacion; hemos hecho ver que si esta exclusion fundadísima no existiera, sería rechazada la pretension de la Empresa, porque no se ajusta á lo que la ciencia ha sancionado como conveniente y en las líneas de todo el mundo se practica, constituyendo, por el contrario, una excepcion extravagante, de que no hay ejemplo, ni en los caminos de primera importancia ni en los de carácter más restringido, en que una innovacion tan peligrosa se pudiera ensayar con menores inconvenientes; hemos dado una idea de los que, de todas clases habria de presentar esta explotacion, dado que fuera posible plantearla; y hemos visto, por último, que ni aun para la misma Empresa

habria ventajas en establecer un trazado que, de consuno rechazan la ciencia, la razon y la justicia, y que coloca á una provincia, digna de mejor suerte, en condiciones más desfavorables que las demás de España, para el desarrollo de su riqueza, en cuanto depende de la comodidad y baratura de los trasportes. Repetimos nuestra arraigada creencia de que, en las condiciones aludidas, no puede hacerse ninguna explotacion ordenada, y de que el proyecto aprobado se mantiene en límites bajo el punto de vista de las pendientes, de que no es posible pasar en la actualidad, dado que no fuera prudente revisarlo de nuevo, pero en sentido contrario, para ver si es posible suavizar la pendiente prolongada que presenta, interrumpiendo la tirantez de algunas de sus rasantes.

Pero, si ha de ser, si está escrito que nuestra cara provincia ha de constituir una excepcion entre todas las de la Monarquía, para este efecto, entónces es más ventajoso para la Empresa y acaso para todos que, dada la facultad que se la supone de estudiar y proponer cuantas modificaciones tenga por conveniente, pase de una vez el Rubicon y abandonando la traccion por locomotoras debida al sólo esfuerzo de la adherencia, introduzca y ensaye en esta línea los sistemas de traccion de locomotoras, con punto de apoyo, que sobre ser científicos, tienen el precedente de haber recibido importantes aplicaciones, de que, como hemos visto, casi por completo carece el que censuramos. Varios son los de esta clase que se podrian disputar la preferencia, pero hay uno sobre todo, el llamado *cremallera* que, en la práctica, presenta ventajas incontrastables. Este sistema tiene verdadero abolengo, ostenta ilustre prosapia y es el favorito de las clases más desahogadas de la sociedad, para la satis-

faccion de las necesidades del trasporte, en ocasiones de esparcimiento y recreo.

La primera aplicacion importante de que tenemos noticia, se hizo en América, por el ingeniero Mr. Marsh de Chicago, que estableció un *camino de recreo*, por el año 1866, para subir á *Mount Washington*, cuya meseta se halla 1.921 metros sobre el nivel del mar; verdad es, que la estacion de orígen en la falda (New-Hamsphire) se halla á 823 metros, de manera que la vía no tiene que ganar más que un desnivel de 1.098 metros, con el que, ciertamente, comparado el de Pajares es una bicoca.—Mr. Marsh se ha atrevido á practicar esta ascension por medio de una vía, que no tiene más que 4.022 metros de longitud, de manera que la pendiente media es de 27 por 100, variando las rasantes entre 8 y 33 por 100. No es menester que demos más detalles sobre la explotacion de esta vía singular; cada tren se compone de dos carruajes, de los que uno es el furgon y otro un wagon de 50 asientos. Como límite, la máquina puede remolcar el doble de su peso, á la velocidad de 7 kilómetros por hora.

El Mount Washington de Suiza es el *Rigi* y por consiguiente era natural que en éste se estudiase la aplicacion del sistema que dió celebridad y dinero al autor de aquél. Así sucedió, y merced á los hábiles ingenieros suizos MM. Riggenbach y Naff, los turistas pueden sin cansancio ni molestia hacer la peregrinacion clásica de la salida del sol, desde aquel sorprendente panorama. El primitivo camino de Riggenbach partia de Vitznau, y con un desarrollo de 7 kilómetros, y una pendiente variable de 23 á 25 por 100, se llegaba á Staffel, punto próximo á la cumbre. El negocio fué tan bueno, á pesar

de que la máquina que pesaba 12 toneladas no podia arrastrar más que un wagon que, lleno, pesaba 8, á la velocidad de 5 kilómetros por hora, que los empresarios retiraban el 15-18 y 22 por 100 de interés para los capitales que en la empresa habian comprometido.—Esto excitó la codicia comercial de los vecinos, y datando la apertura del Vitznau-Rigi del año 1871, ya en 1875 se estableció el Arth-Rigi, que como su nombre indica, es una línea que parte de Arth, sobre el lago de *Zugg*, como la otra arranca de Witznau, en el de los *Cuatro Cantones*.—La concurrencia cesa en Staffel, desde donde ambas Empresas hacen la explotacion en comun, pero ni áun con eso se ha conseguido que los buenos tiempos del principio reaparezcan. El nuevo camino del Rigi es un poco más moderado en las pendientes, pues la inclinacion máxima no pasa del 20 por 100.

Naturalizado el sistema en Suiza, no es de extrañar que se hayan hecho más aplicaciones; por no molestar á los lectores, resumimos en este cuadro todas las líneas de que tenemos conocimiento que se hayan entregado á la explotacion hasta fin de 1877.

NOMBRE DE LAS LÍNEAS.	ANCHO de la vía.	LONGITUD de la línea.	PENDIENTE por metro.	FECHA de la apertura.
	Metros.	*Metros.*	*Metros.*	
Oshter-Mundigen (cantera)..	1,435	600	0,100	1870
Vitznau Rigi (viajeros).....	1,435	7,000	0,250	1871
Kahlenberg (viajeros).....	1,435	6,156	0,100	1874
Schwabenberg (mixto).....	1,435	3,000	0,102	1874
Azth Rigi (viajeros).....	1,435	9,800	0,212	1875
Rossdrach-Heiden (mixto)..	1,435	5,500	0,090	1875
Wasseralfingen (idem).....	1,000	8,250	0,078	1876

Como se ve, no todos ostentan el mismo atrevimiento de los caminos del Rigi, y sobre todo del Mount-Washington, y más bien parece que con el tiempo decrece el ardor que hubo de desarrollar al principio el afan de dominar las alturas históricas del monte Americano y del Rigi-Kulm.—La longitud de las líneas no parece darles importancia, pero hay que reflexionar que con semejantes inclinaciones, apénas habria superficie en las cordilleras más elevadas para desarrollar un trazado de dos docenas de kilómetros.

Pero, no se crea por esto que no ha tratado de aplicarse el sistema á proyectos importantes. Ya hemos indicado que en los trabajos de apreciacion del coste de la línea internacional de San Gothardo, por la premura con que se hicieron se cometió un error que ha entorpecido un tanto la construccion de tan importante vía. En un presupuesto de 186 millones de francos, los ingenieros suizos, se equivocaron en 100 millones, pues segun parece, el presupuesto definitivo se ha elevado á 286 millones de francos. Este error, que en nada amengua la justa reputacion de los autores de un proyecto grandioso, dió lugar á muchos pensamientos, para ver si se podia encerrar el gasto dentro de la cantidad de que se disponia, cambiando el sistema de traccion, y naturalmente cupo á *la cremallera* la honra de servir de base á un proyecto perfectamente concebido, muy bien estudiado, que reducia á 11 millones de francos un gasto presupuesto en 42, por los sistemas ordinarios. La pendiente empleada habria de ser de 5,5 por 100; la carga arrastrada, por máquina de 40 toneladas, ya podria llegar á 100; la velocidad de los trenes de viajeros podria ser de 16 kilómetros, y de 8 kilómetros la de los trenes de mercancías;

en fin, cuantas indicaciones se puedan apetecer se veian cubiertas de una manera satisfactoria en este proyecto, pero, á pesar de todas estas ventajas, «la Comision in-»ternacional, dice M. Coéne, no quiso aceptarle, prefi-»riendo el sistema de traccion con máquinas, por la »simple adherencia, porque éste tiene la ventaja de »prestarse á una extension casi indefinida de la traccion; »todas las máquinas pueden ser empleadas sobre rampas »de $0^m,025$, y para una línea tan importante no debe ser »cuestion de economizar unos cuantos millones en su »construccion.»

Pero si esto pasa en los caminos de la Europa central, aquí estamos en muy distintas condiciones; en primer lugar, las comisiones internacionales entienden las cosas de otra manera, y no se puede invocar su juicio para excluir las pendientes fuertes; y en segundo lugar puede ser un argumento de mucha fuerza, en el estado en que nuestro Tesoro se halla, el de que con la *modificacion* que la Compañía proponga se pueden ahorrar cuatro ó cinco millones, de los sesenta con que el Estado contribuye, sobre los ciento, que ya ha dado para este objeto. No vacilamos, por tanto, en el propósito que nos ha asaltado de hacer ver á la Empresa cómo podria conseguir el objeto principal de su institucion, estableciendo una seccion de *cremallera* en la bajada de Pajares, para lo cual el terreno se presta admirablemente, y que llevaria consigo el ahorro de más de la mitad del gasto que el proyecto aprobado exige.

Tiendan nuestros lectores la vista por el plano de éste, que como hemos advertido ántes de ahora, se encuentra dibujado en la figura 6.ª de la lámina que acompaña; fíjense en el kilómetro número 68 que corresponde á la

estribacion que separa las aguas de los arroyos de Parana y Navedo, que el trazado aprobado atraviesa con el túnel llamado de Collado-muerto; unan, por medio de una línea recta el trazo del kilómetro 68 con el circulito que señala la poblacion de Veguellina, y tendrán la direccion aproximada de un trazado en que se puede emplear de una manera admirable el sistema tan generalizado en Suiza. Pocas palabras bastarán para hacer comprender sus ventajas. La línea recta que une estos dos puntos no llega á tres kilómetros de longitud, pero con los desarrollos indispensables, el nuevo trazado podria llegar á tener cinco kilómetros, ó poco ménos: y como el desnivel entre sus puntos extremos será de 580 á 600 metros, resulta que la pendiente no pasaria del *doce por ciento* que, como se ve, es bastante moderada para esta clase de instalaciones.—Excusado es decir que, como la distancia es tan corta, los trenes la recorrerian aunque llevasen la quinta parte de velocidad, más pronto que por la línea aprobada y replanteada; que las tarifas correspondientes se reducirian en la misma relacion: pero la gran ventaja, la circunstancia inapreciable de este trazado está en que ahorrando un recorrido de 24 kilómetros (pues que son 29 los que median entre Collado-muerto y el Puente de los Fierros) se obtendria una economía en la construccion, que se puede fijar en 16 millones de pesetas, pues aunque segun el tipo admitido en nuestros cálculos anteriores, podria esperarse que llegara á 18, preferimos quedar cortos en esta apreciacion, que debe meditar principalmente la Compañía, á quien se presenta una ocasion brillante de hermanar los *adelantos de la ciencia*, con sus propios intereses.

Esta combinacion es tanto más afortunada, cuanto que

siguiendo el sistema de los que creen que con rebajar la subvencion, en una ú otra relacion con la economía obtenida, se pueden hacer todas las variaciones, cambios y trastornos que se quiera en el proyecto aprobado, proporcionaria recursos al Gobierno, sin que por ello la Empresa concesionaria se perjudicara.—El ahorro que el Estado podria alcanzar, tal vez ascendiese á 4.800.000 pesetas, si se creyese que procedia aplicar á la Compañía, aquel trato que hemos dicho que los ménos benévolos recomiendan. El ahorro para la Compañía pasaria de *once millones de pesetas*.... Tal vez haya quien crea que no tratamos este asunto con la formalidad que á su importancia corresponde. ¡A Dios pluguiera que esto sólo fueran cavilosidades, más ó ménos científicas, de una imaginacion excitada!—Pero, si no lo fueran, si por el prestigio de determinadas opiniones facultativas, y con el pretexto de que la renuncia á cierta parte de la subvencion (que podria muy bien suceder que no la hubiera, y entónces el argumento caia por su base) otorgada á una línea, con determinadas condiciones técnicas, se pudieran solicitar variaciones tan radicales que constituyen verdaderos cambios de proyecto, al compás de las miras de las Compañías, y el Gobierno se creyera facultado para alterar tan profundamente la estructura de cada ley de concesion, bien podria decirse que nada hemos adelantado en treinta años de enseñanza, y se echarian de ménos las *concesiones provisionales* de que al principio de este trabajo hemos hablado, autorizadas, con no muy buen acuerdo, por la Real órden de 31 de Diciembre de 1844, que dieron lugar á los expedientes de 1853 y que fueron revocadas por la legislacion de 1855, de la manera que todo el mundo sabe.

Expuesta queda, clara y explícitamente, nuestra opinion sobre un asunto que con harto fundamento preocupa todos los ánimos en la provincia de Oviedo; hemos pagado á ésta el tributo de consideracion que nuestra particular situacion nos imponia; quedaremos contentos con que lo estime digno de la justicia de su causa, pero sólo será nuestra satisfaccion completa, cuando veamos realizadas sus aspiraciones, en la medida que tiene derecho á exigir.

FIN.

ERRATAS.

PÁGINA.	LÍNEA.	DICE.	DEBE DECIR.
25	15	23	38
35	16	metros	kilómetros
46	13	indicacion	inclinacion

ÍNDICE-SUMARIO

DE LAS

MATERIAS TRATADAS EN ESTE FOLLETO.

PÁGS.

INTRODUCCION 5
Consideraciones generales..... 7
Breve reseña de las condiciones técnicas en que se han establecido los ferrocarriles españoles..... 12
Ligera descripcion del proyecto aprobado para la bajada de Pajares.—Idea general de la variacion que ahora se intenta..... 21
Ejemplos notables del empleo de rampas fuertes, en todos los ferrocarriles que hoy se explotan..... 28
Discusion sobre el límite máximo de aquéllas..... 60
Inconvenientes del empleo de pendientes fuertes:
I.—Por lo relativo á la comodidad y seguridad del servicio..... 75
II.—Por la economía de la explotacion..... 93
Aplicaciones al caso actual.—Presupuestos y subvenciones de las líneas del Noroeste, ó sean de Astúrias, Galicia y Leon..... 112
Influencia de la variacion en el coste de las obras..... 128
Efectos económicos del aumento de la pendiente..... 136
Consecuencia; no se puede *admitir la propuesta* que se intenta..... 141
CONCLUSION..... 149

TRAZADOS NOTABLES DE FERRO-CARRILES.

Fig.ª 1.ª

Ferro-carril de Alar del Rey á Santander.

Seccion de Bárcena á Reinosa.

Fig.ª 2.ª

Caminos de hierro Austriacos.

Linea de Oravicza á Steierdorf.

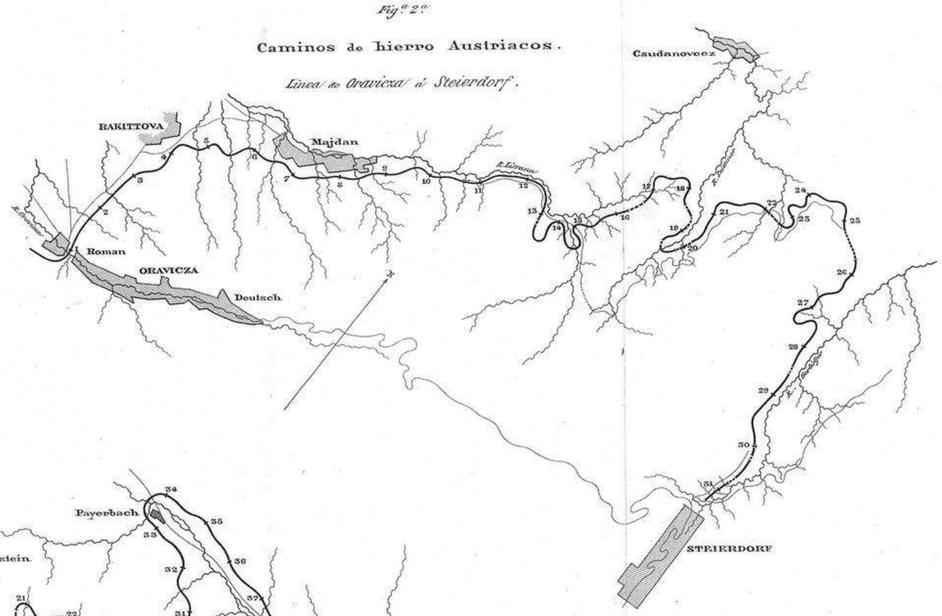


Fig.ª 3.ª

Seccion de Neuenmarkt á Markischorgast.

(AUSTRIA)

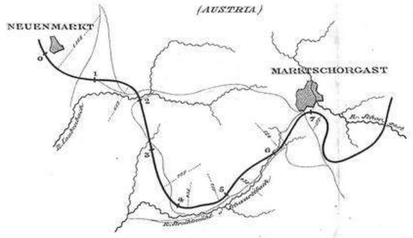


Fig.ª 4.ª

Camino de hierro de Viena á Trieste.

Seccion de Mürzzuschlag á Gloggnitz.

(Paso del Semmering.)

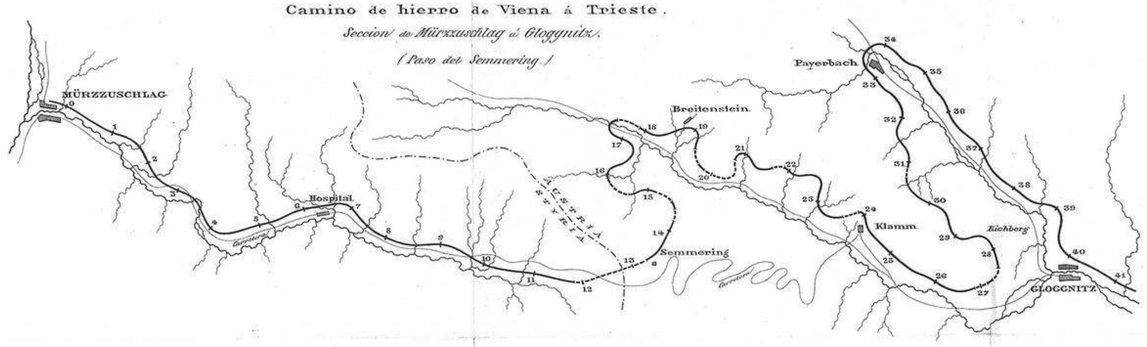


Fig.ª 5.ª

Camino de hierro de Milan á Génova.

Seccion de Busalla á Génova.

(Italia.)

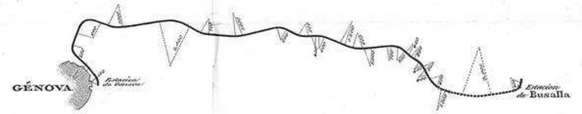


Fig.ª 6.ª

Ferro-carril de Leon á Gijon.

Trazado aprobado para el paso del puerto de Pajares.

Seccion de Busdongo á la Pola de Lena.

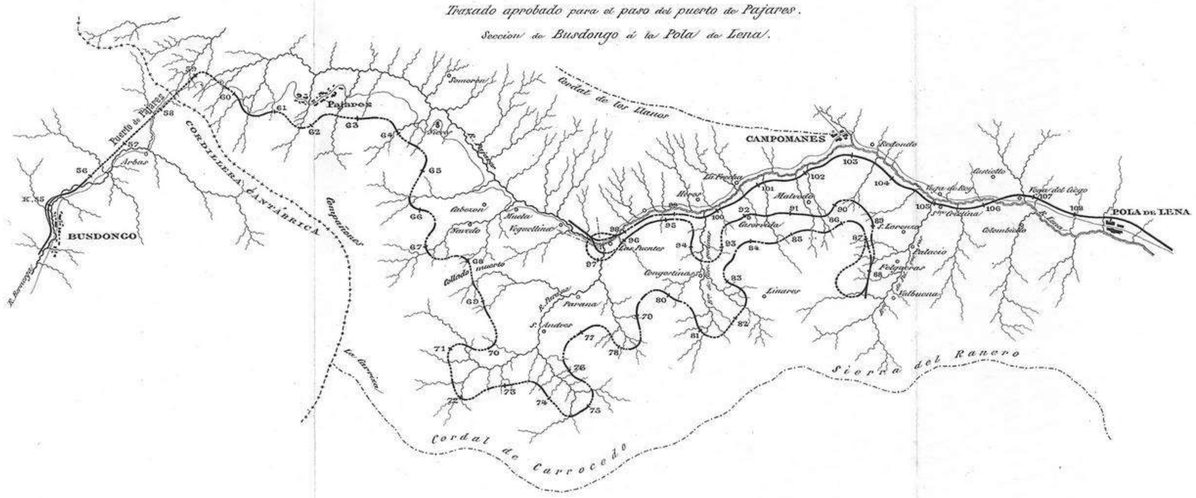
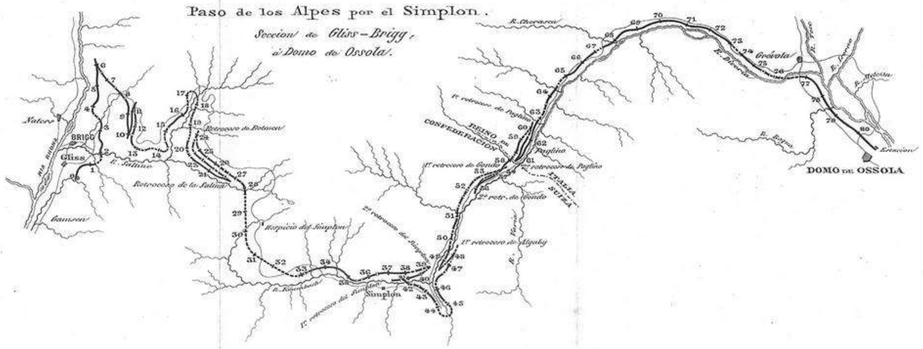


Fig.ª 7.ª

Paso de los Alpes por el Simplon.

Seccion de Glis-Brigg, al Domo de Ossola.



Escalas para las 6 primeras: 0,01 por 1.000. *Escala para la última: 0,005 por 1.000.*

Grabado por G. Pfeiffer.

Lit. de G. Pfeiffer, Madrid.

ROCARRIEDA

.-21