

u 49

LA CREMALLERA

EN EL

AAV 8666

FERROCARRIL TRASANDINO



SANTIAGO DE CHILE
IMPRENTA CERVANTES
BANDERA, 73
—
1894

LA CREMALLERA

EN EL

FERROCARRIL TRASANDINO



MAV 8466



SANTIAGO DE CHILE
IMPRENTA CERVANTES

BANDERA, 73

1894



INTRODUCCIÓN



I

Más para satisfacer el pedido de varios amigos que nos han expresado la conveniencia de generalizar los conocimientos sobre el sistema de cremallera adoptado por nuestra empresa para simplificar el paso de los Andes, que por idea nuestra, nos hemos resuelto á hacer esta pequeña publicación, recopilando en forma condensada algunos de los muchos informes de ingenieros competentes que han expresado sin vacilación alguna las ventajas positivas y de todo género que ofrece el sistema del ingeniero Abt para la explotación y construcción de ferrocarriles con gradientes que excedan del $2\frac{1}{2}\%$.

II

Aunque á nuestros oídos han solido llegar algunas opiniones contrarias á la adopción de la cremallera, fundadas en uno que otro caso en el apoyo de ingenieros residentes en el país, no hemos dado importancia alguna á estas críticas porque las hemos considerado infundadas, ó basadas en conocimientos imperfectos de lo que es el sistema y de sus evidentes ventajas. No

se comprendería de otro modo que ingenieros de gran reputación europea y con verdadera experiencia en la construcción y explotación de ferrocarriles hubiera aceptado la cremallera Abt como un verdadero *desideratum* que ha facilitado la construcción de líneas de montaña con gradientes mayores del $2\frac{1}{2}\%$. Según esos ingenieros, y según cuantos se toman el trabajo de estudiar esta interesante cuestión sin espíritu prevenido en su contra, resulta que con la adopción de la cremallera se mejora en primer lugar la condición de una línea, puesto que puede construirse por los valles mismos, sin necesidad de grandes trabajos, como lo exigiría el llevarla por la falda de los cerros buscando la reducción de la pendiente.

III

No sólo se consigue una construcción más fácil sino que hay que tener también en cuenta que en esas condiciones ofrece *mayores garantías de seguridad* que una línea escavada por la falda de los cerros, que en algunos casos, y especialmente en la cordillera tendría que colocarse en algunos puntos á gran altura sobre el *talweg* del valle.

Debemos advertir que nuestros primeros proyectos fueron basados en una línea por adherencia simple, como consta de los planos que sometimos á la aprobación del Gobierno en 1875. Según estos estudios, que fueron hechos entre 1872 y 1874, con todo el esmero posible y por ingenieros de reconocida competencia, la extensión total de la sección chilena resultaba ser de 90,550 metros, en dos secciones; la 1.^a, de Andes á Juncal de 50,500 metros; la 2.^a, de Juncal á la línea división de 40,000 metros. Siendo la altura de los Andes de 824 metros sobre el mar y la de Juncal de 2,230 metros, resulta una gradiente media de 2.80%. Pero como era impracticable llevar la línea por una gradiente enteramente uniforme, el ingeniero señor Pretot Freire, que dirigió personalmente los estudios de esta sección, tuvo forzosamente que adoptar el $4\frac{1}{2}\%$ en un trayecto bastante largo. Y aun para lograr este resultado le fué necesario trazar la línea á una altura muy elevada sobre el valle del Rio Aconcagua.

En la segunda sección de Juncal á la cumbre de 40 kilómetros, la diferencia de nivel resultó ser de 1,306 metros y se dió un desarrollo más ó menos uniforme al trazado, obteniéndose así una gradiente de $3\frac{1}{3}$ por ciento.

IV

No quedamos satisfechos con los resultados obtenidos, no tanto á causa de las fuertes gradientes, puesto que á la verdad eran inferiores á las empleadas por otros ferrocarriles construídos tanto en Chile como en el Perú, sino á causa de los crecidos gastos que demandaría la construcción de la línea á tanta altura y su conservación posterior. Nos preocupamos entonces con seriedad en darle una solución más práctica, buscando un motor auxiliar para vencer las pendientes más fuertes y reducir así el largo total de la línea concentrándola de este modo, por decirlo así, á lo largo del valle del Aconcagua y sin apartarnos del camino conocido y usado por tantos años para el tráfico de los viajeros entre los Andes y Mendoza.

Estudiamos en primer lugar el sistema empleado en el ferrocarril de Santos á San Pablo, en el Brasil, que tanto ha llamado la atención del mundo profesional, pues á pesar de las grandes dificultades que ha tenido que vencer, ha dado los mejores resultados prácticos y financieros que se conocen.

Esta línea, con cuatro planos inclinados sucesivos y con máquinas fijas para la tracción por medio de cables, ha podido hacer una explotación considerable durante más de 20 años; ha repartido dividendos de doce á veinte por ciento anuales, llamando sobre todo la atención por su reducida proporción de los gastos de explotación que no pasaban del 35% de sus entradas. Esta línea transporta anualmente 4.000,000 de sacos de café.

V

Más tarde estudiamos el sistema de Agudio y, persuadidos de sus ventajas sobre el anterior, porque consistiendo en una combinación de cremallera y cable, ofrecía mayores garantías de eficacia y seguridad; comisionamos al ingeniero don Emilio

Olivieri para que hiciera un estudio especial para la instalación de este sistema entre el Juncal y las Cuevas, y quedamos satisfechos de su practicabilidad en condiciones bastante económicas.

Antes que nosotros, y sin que tuviésemos conocimiento de ello, el ingeniero don Emilio Rossetti en su informe sobre el proyecto de un ferrocarril por el Paso del Planchón, estudiado por orden y cuenta del Gobierno de Buenos Aires en el año 1870, é inspirado por el progresista Ministro don Pedro Agote, se había expresado en los términos siguientes:

«Creo que se consultaría mejor la economía y seguridad *siguiendo la inclinación natural del terreno* que nos dará el 7% de gradiente y adoptando medios *especiales* de tracción.

«Existen varios sistemas, pero el más aprobado en la actualidad es el funicular del señor Agudio, que he visto funcionar con éxito en el plano inclinado de Dusino.»

VI

En la gran Exposición Internacional del año 1875, celebrada en la Quinta Normal, expusimos en nuestra sección de máquinas un modelo de ferrocarril á cremallera, inventado y construido en Chile por el muy inteligente ingeniero mecánico don Juan King, que fué jefe de la Maestranza del ferrocarril de Valparaíso y actualmente superintendente de la línea de Carrizal.

Esta pequeña locomotora funcionó muchas veces á la vista del público y recorría indistintamente y con la misma facilidad tanto los trozos á nivel como los con cremallera con el $12\frac{1}{2}\%$ de gradiente. Conservamos en nuestro poder una fotografía de esta primera prueba hecha en Chile de la locomotora para tracción mixta.

VII

Más tarde llegó á nuestro conocimiento el buen éxito alcanzado en Alemania por el sistema Abt, é impuestos de todas sus ventajas y alentados por los informes suministrados al Instituto de Ingenieros Americanos por el reputado ingeniero Mr.

W. W. Evans, no vacilamos en recomendar su estudio á nuestro ingeniero en jefe del ferrocarril trasandino don Víctor Pretot Freire, quien, al imponerse de sus ventajas para facilitar el paso de la cumbre, lo aceptó sin vacilar y desde entonces hicimos las diligencias necesarias para conseguir que, tanto el Gobierno argentino como el chileno, autorizaran su empleo á ambos lados de la cordillera, lo que tuvimos la satisfacción de conseguir, después de haberse sometido nuestras respectivas solicitudes y planos, al examen de los departamentos técnicos de cada país. Pero antes de hacer estas diligencias fué necesario ponernos de acuerdo con los ingenieros consultores de los Directores del Trasandino en Londres.

VIII

No tratamos, pues, de introducir ahora innovación sobre el sistema ya aprobado para la construcción de este ferrocarril, como parecen creerlo algunas personas. Y para poner esto en claro hemo creído conveniente reproducir en esta publicación los informes y decretos que autorizaron el empleo de la cremallera.

Al mismo tiempo que nos ocupábamos en Europa en estudiar los progresos de este sistema de ferrocarriles, observábamos lo que otros ingenieros estaban haciendo para otros países, como Venezuela, el Japón, la India, Suiza, España y Brasil, así tuvimos la evidencia de que no estábamos solos, y pudimos convencernos de que no íbamos nosotros á *ensayar* un nuevo sistema, sino por el contrario, á aprovecharnos de un invento práctico bastante bien conocido en Europa, probado ya por muchas empresas y recomendado por ingenieros de una competencia indiscutible en los principales centros ferrocarrileros de Europa y América.

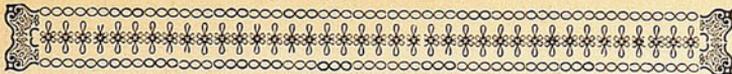
Más todavía, con el fin de no asumir personalmente responsabilidades, no vacilamos en tomar como consejeros á una de las firmas de ingenieros más eminentes de Londres, Sir Douglas Fox y C.^a, y con estos caballeros, tuvimos muchas conferencias para estudiar nuestro proyecto en todos sus detalles. Siguiendo los consejos de estos eminentes ingenieros, nos decidimos á comi-

sionar al ingeniero Mr. C. C. Bagagallay, miembro del Instituto de Londres, y que gozaba de la confianza más amplia de los señores Francisco y Douglas Fox, para que viniera á estudiar sobre el terreno mismo la practicabilidad de la obra. Lo que hizo en efecto en los primeros meses de 1893, dando su estudio, por resultado, una modificación tan trascendental en la dirección de los túneles, la cual llamó tanto la atención de los señores Fox, que se resolvieron á mandar otro ingeniero para que constatará los cálculos anteriores. Vino con este objeto el ingeniero M. Brookhouse, miembro también del Instituto de Ingenieros de Londres, (1) y tuvimos la satisfacción de saber, como lo han declarado por escrito los señores Fox, que había confirmado en todo y aprobado completamente las modificaciones del ingeniero Bagagallay.

IX

La firma de Sir Douglas Fox y C.^a, de Londres, ha tenido á su cargo la dirección de un sinnúmero de ferrocarriles de gran importancia con grandes túneles en varias partes del mundo y entre sus últimas obras podemos citar el túnel, bajo el Rio Mersey, en Liverpool, y el ferrocarril elevado y por tracción eléctrica, también de Liverpool. Y como una prueba de que gozan de una reputación *sin rival en Europa*, podemos agregar que, recientemente el Gobierno de la Suiza ha sometido á su examen los proyectos del gran túnel del Simplón que se proyecta entre Suiza y Francia y cuya extensión pasa de 21 kilómetros. Estamos, pues, en buena compañía.

(1) Las Universidades de Inglaterra no espiden títulos de ingenieros. Para ser admitidos como miembros del Instituto, se requiere que hayan hecho los estudios técnicos requeridos y después de haber practicado durante cinco años, bajo la dirección de algún ingeniero reconocido, hayan ellos mismos dirigido la construcción de obras públicas.



DOCUMENTOS OFICIALES



7.ª SECCIÓN

NÚM. 622

Santiago, Noviembre 5 de 1889

He examinado los planos presentados para la aprobación del Gobierno por el representante del señor Clark concesionario del ferrocarril trasandino por la vía de Santa Rosa. Dichos planos son:

- 1.º Un plano general demostrando las diferentes trazas estudiadas.
- 2.º Plano de locación de la traza adoptada.
- 3.º Perfil longitudinal de la misma, y
- 4.º Un plano tipo de sección para túnel.

Estos planos comprenden el estudio de 10 kilómetros 979 metros del trazado más difícil dentro de la parte chilena, que se extiende entre la línea divisoria y la posada del Juncal.

El examen detenido y atento que he hecho de los planos y del cuaderno de explicaciones que se acompaña, me ha dejado la impresión de que muy pocas veces se ha presentado al inge-

niero un problema más difícil que el proyecto de un ferrocarril para atravesar los Andes por Uspallata.

Un cúmulo de dificultades locales de todo género aglomeradas en 11 kilómetros del trayecto, han dado origen para salvarlos á una serie de proyectos, á cual más costoso y de difícil realización. Entre éstos hay dos que se han presentado como solución radical del problema, á simple adherencia, y son un túnel de base de 18,200 metros de largo, con sólo dos puntos de ataque y la traza á cielo descubierto, siguiendo las faldas y cuestas de la cordillera con un desarrollo de cinco á seis veces el largo de la distancia que se quiere salvar. Ambos medios son á todas luces inaceptables, el 1.º por el largo tiempo que requeriría su ejecución y por la dificultad, tal vez insalvable, que ofrecería la elevada temperatura que es, según se ha de encontrar á 2,000 metros bajo la superficie, altitud á que pasaría el túnel y el 2.º por lo insegura que sería la vía y lo precario el tráfico en puntos que reciben constantes nevados y rodados.

Se han presentado también otras soluciones que consultan túneles más cortos, pero con pendientes más fuertes de la que es prudente adoptar en túnel con tracción á simple adherencia, y sin obviar tampoco las dificultades del largo tiempo para la construcción, y de la fuerte temperatura.

La imposibilidad material de encontrar una solución radical del problema con el sistema de simple adherencia en condiciones aceptables para la construcción y explotación de la línea, hizo pensar en el empleo de fuertes rampas, y el primer medio que se presentó, fué el de un plano inclinado en una extensión como de 4 kilómetros con pendiente máxima de 24,4 por ciento, el cual habría de salvarse aplicando el sistema Agudio, que efectúa la tracción por medio de un cable sin fin, movido por un motor fijo y con ayuda de cremallera colocada al centro de la vía. Este sistema, que puede ser y ha sido aceptable en casos muy excepcionales y en vías locales de poco tráfico, es en el presente caso de todo punto inadmisibile; sería un error gravísimo dejar sujeta la explotación de una vía internacional, destinada además á servir el comercio de dos mares, á los inconvenientes inherentes á un sistema de tracción imperfecto y provisorio.

Otro de los medios propuestos para resolver el problema con el empleo de fuertes rampas, es el que aplica la tracción mixta del sistema Abt. La traza que tendría el camino en este caso, consulta, en la parte de Chile, los siguientes túneles:

- 1.º Túnel del Juncal de 1,104 metros de largo
- 2.º " " Juncalillo de 1,275 id. de id.
- 3.º " " de la Calavera de 3,750 id. id. i
- 4.º " " de la Cumbre, que en la parte de Chile tiene una longitud de 3,150 metros.

El túnel del Portillo será helizoidal con curvas de 200 metros de radio. Los cuatro primeros túneles se encuentran totalmente en rampa de 8 por ciento y el 5.º tiene 1,700 de su largo en la misma rampa, la cual se propone salvar con el sistema Abt de tracción mixta.

Los rasgos principales de esta traza son: pasar bajo tierra la mayor extensión posible para asegurar la explotación; atravesar el maciso central, buscando la mayor depresión para evitar un fuerte calor.

Subdividir el trayecto subterráneo de la traza con varios túneles para facilitar su construcción y tener una buena ventilación.

El sistema de tracción mixta, denominada Abt, es *un medio seguro y muy práctico* para facilitar la ascensión de fuertes rampas, como lo prueba el gran uso que en el día se está haciendo de él, y aunque es una invención moderna ya hay varios ferrocarriles en Alemania, Suiza, India y aún en América (Venezuela y Brasil) que emplea este sistema con resultados muy satisfactorios.

Por lo que dejo expuesto soy de parecer que puede el Supremo Gobierno aprobar los planos presentados por el señor Ríofrío en representación del señor Clark, para el ferrocarril trasandino que consulta el empleo del sistema Abt, en rampas de una pendiente máxima de 8 por ciento, en una longitud de 8,532 metros del trayecto que dicho ferrocarril recorre dentro del territorio chileno. Dios guarde á Ud. (Firmado.) *Benjamín Vivanco.*

NÚM. 2,007

Santiago, 6 de Noviembre de 1889

Señor Ministro:

Informando á US. sobre la adjunta solicitud del señor A. Riofrío para que se aprueben los planos del ferrocarril trasandino por Uspallata, de la sección comprendida entre Juncal y la línea divisoria con la República Argentina, tengo el honor de acompañar á US. el informe que me ha prestado el Jefe de la Sección de Ferrocarriles favorable á esa solicitud y que esta Dirección acepta en todas sus partes.

Creo, pues, que US. puede recabar la aprobación suprema de los planos citados y que acompaño á US. Dios guarde á US. (Firmado).—*J. Sotomayor.*

Santiago, 16 de Noviembre de 1889

Núm. 2,575.—Vistos estos antecedentes,

Decreto:

Apruébanse los siguientes planos del ferrocarril trasandino, vía Uspallata, presentados por don Alberto Riofrío, en representación de don Juan E. Clark: Plano longitudinal de la traza (núm. 20), plano del perfil longitudinal de la traza (núm. 21); y plano tipo del túnel (núm. 22), que consultan el empleo del sistema Abt, en rampas de una pendiente máxima de ocho por ciento en una longitud de 8,532 metros del trayecto que dicho ferrocarril recorre dentro del territorio chileno.

Tómese razón y comuníquese.—(Firmado).—BALMACEDA.—(Firmado).—*J. M. Valdés Carrera.*

Conforme con su original.

Santiago, 1.º de Octubre de 1894.—*Carlos Ríos González.*

EXTRACTO

DEL INFORME PASADO AL GOBIERNO POR EL INGENIERO DON ENRIQUE BUDGE, REFERENTE Á LA ACEPTACIÓN DEL SISTEMA DE CREMALLERA, PROPUESTO POR LA EMPRESA DEL TRASANDINO.

"Es un hecho conocido é invariable que pendientes mayores de 0.025 por metro *reducen tanto la capacidad de acarreo de los trenes*, que, dado caso que se aumentase la gradiente de 0.025 metro á 0.300 metro, se disminuiría en las mejores circunstancias la fuerza útil de la locomotora en un 20 por ciento del peso arrastrado, siendo en la práctica ordinaria aún bastante mayor esta desproporción.

"Es por esto que los más eminentes ingenieros de Europa aconsejan que en ferrocarriles de simple adherencia no debe excederse del 25 por mil. La Unión Alemana de Ferrocarriles ha sostenido esto mismo.

"El Ferrocarril Trasandino tiene adoptada en toda la línea, á ambos lados de la cordillera, la pendiente máxima de 0.025 metro para la adherencia sola, *salvándose con la cremallera las que exceden de esa proporción*, y de este modo *los trenes corren ó pueden correr completos todo el trayecto... y salvar así todos los inconvenientes*.

"Respecto á la aplicación del sistema de cremallera Abt á los ferrocarriles en explotación, considero superfluo extenderme en demostrar la exactitud del principio, su practicabilidad, conveniencia y seguridad por cuanto este sistema ha pasado de la condición de ensayo á ser un medio casi imprescindible de salvar dificultades y está universalmente aceptado con entusiasmo por los ingenieros más eminentes que ocupan su puesto en materia de ferrocarriles.

"Un detalle de suma importancia á favor del sistema Abt, es el de la facilidad que tiene la locomotora para tomar la cremallera en donde la requiere, sin necesidad de detener la marcha del tren.

"Con este sistema los gastos de explotación por tren kilómetro han sido sensiblemente menores que los de las líneas de

simple adhesión, tanto de Alemania como de Austria y Hungría.

“La seguridad que para el tráfico de los trenes ofrece la vía sistema Abt es la más completa, pues que puede disponer á la vez de tres distintos juegos de frenos: el ordinario, aplicado á las ruedas de la locomotora y carros; el de aire comprimido en los émbolos de las máquinas y el de la cremallera....”

.....
“No tengo conocimiento de accidente alguno ocurrido en las líneas que he citado.

“En resumen, señor Ministro, me atrevo á recomendar á V. S. la aprobación de los planos presentados por la Empresa del Ferrocarril Trasandino.”

NOTA.— Los planos fueron presentados por secciones y en cada ocasión el gobierno pidió informe técnico antes de su aprobación.

DECRETO

QUE APRUEBA LOS PLANOS DEL FERROCARRILTRASANDINO, VÍA USPALLATA, ENTRE LOS KILÓMETROS 33 Y 48,600 Y AL CUAL SE ACOMPAÑA UN INFORME DEL INGENIERO DON ENRIQUE BUDGE.

Núm. 2,162

Santiago, 18 de Octubre de 1890

Vista la solicitud del representante de la Compañía del Ferrocarril Trasandino Clark-Limitada y lo informado por el ingeniero don Enrique Budge,

Decreto:

Apruébanse los planos del Ferrocarril Trasandino, vía Uspallata, entre los kilómetros 33 y 48,600.

Tómese razon, comuníquese y publíquese.

BALMACEBA

Eulogio Allendes

EXTRACTO

DE UN INFORME DEL SEÑOR SENADOR POR COQUIMBO, DON DOMINGO DE TORO HERRERA, Á LA HONORABLE COMISIÓN DE GOBIERNO DEL SENADO, EN JULIO DE 1892.

SISTEMA DE TRACCIÓN

«Habiendo que vencer, como se ha dicho anteriormente, gradientes de 8 por ciento en este trazado, se requiere la tracción mixta por adherencia y cremallera, y se ha adoptado para ello el sistema del ingeniero suizo Ramón Abt, que actualmente tiene numerosas aplicaciones en líneas que están en explotación. Es útil hacer una ligera descripción de este sistema. En gradientes que pasan de 25 milímetros, Abt agrega á la locomotora ordinaria de adhesión *un segundo motor independiente*, que poniendo en movimiento dos piñones dentados, obran sobre la cremallera que está fija sobre los durmientes de la vía. *Este motor auxiliar suministra el exceso de fuerza que necesita la locomotora para arrastrar un tren en una pendiente superior á la que puede vencerse con simple adherencia, y obrando sobre un punto fijo de apoyo, es pues MÁS PODEROSO Y OFRECE UNA SEGURIDAD CASI ABSOLUTA, no pudiendo resbalar sus ruedas, como sucede en el sistema por adherencia.* He dicho que se empleaba un motor independiente, pero éste es servido por el mismo caldero, permitiendo así trabajar á voluntad é inmediatamente, ya sobre la cremallera, ya por adherencia. Así, en la pendiente de 25 milímetros trabaja sólo el motor de adherencia como una locomotora común, y en las gradientes mayores funcionan los cilindros de los piñones, que obrando sobre la cremallera reemplazan al de adherencia, que se suspende tan pronto como termina la fuerte gradiente.

«La cremallera Abt se compone de 3 láminas de acero fijadas paralelamente en cojinetes sobre los durmientes de la vía. Los dientes están tallados en estas láminas, y dispuestos, no sobre la perpendicular de la vía, sino en líneas diagonales. El movimiento es así más suave, dando mayor fijeza que si solo hubiera una barra dentada, como sucede en el sistema Righy.

«La locomotora tiene dos ejes con dos piñones dentados que corresponden á las barras de la cremallera, repartiendo el esfuerzo sobre 6 puntos de apoyo, lo que equivale á reducir el esfuerzo á la 6.^a parte sobre cada diente, y por consiguiente aumenta la seguridad desde que la rotura de un diente no importa sino la pérdida de una 6.^a parte del esfuerzo total.

«Al principio y al fin de la cremallera hay colocadas unas piezas de entrada, sobre resortes, movibles en el sentido vertical, lo que permite á los piñones conectar con la cremallera, estando el tren en marcha.

«Aunque la cremallera constituye en sí un freno de gran seguridad, la locomotora va provista, á más, de cuatro distintos sistemas de frenos, cada uno de los cuales bastaría por sí solo para detener el tren.

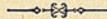
«Con estas precauciones, los accidentes son casi imposibles, y hasta la fecha no se registra ninguno en ferrocarriles de este sistema, que ya son numerosos.

«Con la adopción de este sistema se han podido emprender numerosas vías de montañas, que hasta ahora ofrecían obstáculos insuperables. Según el ingeniero, el ferrocarril trasandino se hace relativamente fácil y barato, presentando las ventajas del menor largo de la vía, y disminuyendo los trabajos que se requerían para una línea de falda.»





OTRAS OPINIONES



Un distinguido ingeniero chileno, don Enrique Vergara Montt en un muy bien escrito informe sobre esta materia, leído ante el Instituto de Ingenieros en Santiago, en Mayo de 1892, se refiere al sistema Abt en los siguientes términos:

"La descripción completa del sistema Abt la encontrarán los que quieran conocerlo mejor en una memoria publicada por el ingeniero francés M. Alain Abadie, bajo los auspicios del *Genie Civil*.

"M. Abadie ha podido profundizar las ventajas é inconvenientes de este sistema; ha podido compararlo con el sistema Riggenbach y probar su superioridad.

"No entraré á seguirlo en sus apreciaciones; ellas son convincentes y no dejan lugar á duda.

"La perfección de la cremallera Abt ha llegado á colocar este sistema bajo el punto de vista de la explotación en las mismas *condiciones del ferrocarril de adherencia simple*, á lo que unidas su simplicidad y facilidad para adoptarse económicamente á las condiciones de tracción, ó sea las diversas gradientes, sin necesidad de modificar las secciones transversales de la cremallera, *lo colocan en condiciones de completa seguridad, economía y ligereza.*

"La memoria de M. Abadie presenta el cuadro descriptivo más completo, y es de ella de donde sacaré la exposición del sistema.

"La importancia de esta memoria queda demostrada con la publicación ya completa, ya extractada en el *Genie Civil* y en casi todas las revistas científicas del mundo.

"Debo terminar esta introducción, dejando anotado que M. Abt ha llegado á estos felices resultados después de doce años de práctica y observación en la construcción y explotación de ferrocarriles funiculares con cremallera de seguridad y en los de cremallera Riggenbach."

EXTRACTO

DE UNA MEMORIA LEÍDA ANTE LA SOCIEDAD DE INGENIEROS CIVILES DE AMÉRICA (NEW YORK) POR EL EMINENTE INGENIERO Mr. W. W. EVANS EL 21 DE OCTUBRE DE 1885. (ANALES NÚM. 323. - MARZO, 1886.

"El problema de cómo ascender grandes pendientes con ferrocarriles de la manera mejor y más económica, ha puesto á prueba los cerebros de los inventores y preocupado intensamente á muchos ingenieros muy inteligentes. Hace más de tercio de siglo que casi todos los más importantes valles del mundo civilizado habían sido ocupados por ferrocarriles que dependían exclusivamente del peso y adherencia de superficies planas como los elementos de tracción para el movimiento de los trenes.

"Pero á medida que la locomotora empezó á ascender las montañas, y como iba en aumento el deseo de poder subir trenes de mayor peso, se ha ido aumentando también el tamaño de las locomotoras y haciéndolas más pesadas. Ha sido necesario aumentar el peso de los rieles á fin de poder soportar la locomotora. Y excelentes como han sido los resultados en lo tocante á la reducción del costo de transporte en las gradientes más suaves, cuando se trata de vencer mayores pendientes, el servicio falla en una proporción alarmante.

"En estos casos, la locomotora con sus cinco pares de ruedas

acopladas y con un peso total de 144,000 libras, con 128,000 libras de peso sobre sus ruedas motrices, ha llegado á las proporciones de un verdadero gigante. Sin embargo, un gigante que á menudo se le ve luchando con su propia masa estupenda es un triste espectáculo de impotencia; y esto nos trae á un punto en el cual podemos decir con propiedad: alto, no podemos ir más allá; hemos llegado á un punto donde estos monstruos saturnianos devoran todo, excepto los bolsillos vacíos de sus accionistas...

"... Triste cosa sería si tuviésemos que gritar *alto* en materia de progreso en los ferrocarriles y que hubiésemos llegado á un punto del cual no pudiésemos pasar. Recibiríamos con júbilo cualquier invención que nos permitiera dar un paso más en la solución del problema de conseguir que el *caballo de hierro* pueda ascender las inclinaciones de las faldas de las montañas.

"El autor de esta memoria ha estudiado las invenciones y mejoras introducidas por el señor Abt, de Suiza, y cree que éste ha hecho mucho con relación á solucionar el problema que tanto nos interesa, y mediante ello ha abierto un vasto campo á las empresas de ferrocarriles y para los ejercicios atléticos del *caballo de hierro*.

.....

El ingeniero Evan describe en seguida varias de las líneas construidas con el sistema de cremallera y prosigue:

La construcción de estas líneas ha probado de una manera gradual y sin lugar á duda alguna no sólo la adaptabilidad sino que también las grandes ventajas prácticas de la aplicación de la cremallera á los ferrocarriles con grandes pendientes.

.....

Como la cremallera nos permite adoptar gradientes más fuertes en el desarrollo de nuestros ferrocarriles, podemos ahora seguir más de cerca las inclinaciones naturales del terreno y reducir así el largo de las líneas.

Pero combinando con las más fuertes gradientes las más

suaves que pueden adaptarse al sistema de adherencia simple aumentamos enormemente la utilidad de la cremallera...

En las líneas por simple adherencia con pendientes fuertes hay que sacrificar gran parte de la eficiencia de las locomotoras.

Es pues, más práctico agregar á la locomotora ordinaria un mecanismo independiente de engranaje con cilindros de vapor separados y obtener así una máquina eficaz para ascender fuertes gradientes. Esto es precisamente lo que ha hecho Mr. Abt al inventar sus locomotoras. Las ruedas motrices por adherencia trabajan separada é independientemente de las de engranaje; trabajan solas en las partes de la línea sin pendiente, y cuando se llega á un trozo con cremallera entra á funcionar la rueda de engranaje con toda facilidad, pero continúan al mismo tiempo en trabajo las otras. El piñón de engranaje proporciona entonces la fuerza de tracción adicional. La locomotora desarrolla así todo su poder en condiciones tan variadas como difíciles.

En cuanto á los frenos, los arreglos son muy eficaces: 1.º los frenos comunes sobre las ruedas por adherencia simple como en todas las locomotoras; 2.º frenos á disco sobre el mecanismo de los piñones que funcionan en la cremallera, mediante los cuales pueden aquellos pararse por completo; 3.º una rueda de engranaje adicional sobre uno de los ejes de la locomotora el que se reserva especialmente para parar el tren el caso de accidente á los piñones motrices. Por último, en las bajadas se emplean en lugar de frenos los mismos émbolos en los cilindros de vapor, sirviendo como compresores de aire. Este último es el sistema de frenos más perfecto que uno se puede imaginar y está en uso en todos los ferrocarriles á cremallera.

APLICACION DEL SISTEMA ABT

El estudio de líneas férreas en países montañosos ha sido en todo tiempo una de las tareas más difíciles del ingeniero. Muchas líneas maravillosas han podido establecerse por montañas ó desfiladeros difíciles, gracias á la habilidad ó ingenio del hombre, pero invariablemente la victoria ha costado muy caro. Encerrada en valles precipitosos y estrechos y siguiendo sus

contornos abruptos y las sinuosidades del terreno, la cuestión de su costo de construcción depende principalmente del *límite de la gradiente* que justifique el tráfico probable y su administración económica. Cada caso especial presentará peculiaridades propias; pero para líneas *troncales* ó *arterias* principales como los que atraviesan los Alpes, la experiencia ha demostrado que la gradiente máxima que puede trabajarse con economía no debe pasar de 2 ½ por ciento. El Mont Cenís tiene 3 por ciento; pero al construirse el San Gotardo se consideró que no se debía pasar del 2 ½ por ciento. Una gradiente mayor no solamente *debilita el poder de tracción de las locomotoras*; pero especialmente en regiones montañosas, la humedad ó rocío materialmente perjudican la adherencia y esta es una de las objeciones más serias en contra de la aplicación del sistema de *adherencia simple* en ferrocarriles de fuertes pendientes

Mientras más reducida sea la gradiente que se fije al ingeniero, más larga resultará la línea, más profundos los cortes, más altos los terraplenes, más numerosos los puentes, más largos y más frecuentes los túneles: en una palabra, mayor será el número de las obras de arte. Cualquier sistema que admita el aumento de las gradientes reducirá considerablemente el costo de construcción de un ferrocarril, pero el sistema de Abt, que permite al mismo tiempo las gradientes más fuertes, *con la seguridad más perfecta y economía en su funcionamiento*, probará ser un verdadero beneficio y uno de los adelantos más valiosos en nuestro sistema moderno de transporte. Con el sistema de Abt podemos ahora construir nuestros ferrocarriles, siguiendo más de cerca las sinuosidades de los valles y á la verdad podemos ir sobre el terreno más ó menos tal como se encuentra.

Se abre así un ancho campo á nuevas empresas de ferrocarriles, y caminos que nunca se creyeron practicables por causa de su enorme costo, pueden ahora construirse y explotarse por un costo tan considerablemente más reducido, que darán buena y lucrativa inversión al capital que se emplee.

Puede demostrarse que aun para líneas principales podrá adoptarse la gradiente máxima del 7 por ciento y que podrá transportarse con economía el *mismo tráfico que ahora se lleva con gradientes de 2 y medio por ciento por simple adherencia*.

Un punto muy importante en favor de la cremallera cuando se compara con líneas de montaña con las gradientes usuales es *la mayor seguridad en su explotación*. La seguridad que le da el piñón es *absoluta y positiva* y las facilidades para sujetar los trenes son abundantes y superiores. Además ofrece las mayores facilidades para la pasada de los trenes de la cremallera á la adherencia simple y vice-versa. Los gastos generales de explotación *son más reducidos* con el sistema Abt, que con el *equivalente* por adherencia simple, porque siendo las secciones de cremallera *más cortas* que lo que correspondería por adherencias requiere, por consiguiente, *menores gastos de conservación y vigilancia*. El costo de subir un tren á una altura dada es naturalmente idéntico por uno ú otro sistema; pero, sin embargo, el Abt ofrece la ventaja de un trayecto mucho más corto, y la *fricción* que está en relación con el largo de la línea es menor y requiere menos combustible para vencerse.

En líneas principales hemos hablado de gradientes de 7 por ciento, pero aun en estas líneas pueden mediar circunstancias que nos induzcan á ir más lejos, tratándose de trozos comparativamente cortos en los cuales podría ser conveniente el empleo de *doble* tracción con pendiente mucho más fuerte.

Las líneas en explotación con gradiente de 2 y medio por ciento y más, podrán mejorarse considerablemente agregándoles la cremallera. Esto sería extremadamente sencillo y exigiría muy poco tiempo. Las locomotoras en servicio podrían ser modificadas ó bien reemplazadas por otras nuevas. La adopción de la cremallera para estas líneas ya en servicio se traduciría en mayor regularidad y seguridad en el tráfico del camino, *como en su aumento de capacidad para el transporte de carga y una reducción sensible en sus gastos de explotación*. Puede decirse, en general, que una locomotora Abt puede hacer el trabajo de dos ó tres locomotoras de adherencia. En vista de las fuertes gradientes de muchas líneas en el continente americano es conveniente que se llame la atención á estos adelantos.

NOTA.—El ingeniero Evans ha sido considerado como uno de los ingenieros más distinguidos de los Estados Unidos y por muchos años sirvió al Gobierno de Chile como ingeniero consultor.

EXTRACTO

DE UNA MEMORIA LEÍDA EN EL INSTITUTO DE INGENIEROS CIVILES DE LONDRES
ETC., EN ENERO DE 1889.

Un informe muy práctico sobre el mismo tema fué leído el 29 de Enero de 1889 ante nuestra Institución de Ingenieros Civiles de Londres, por el señor Carruthers sobre la cremallera Abt que se acababa de construir entre Puerto Cabello y Valencia, en Venezuela, en que dice lo que sigue:

"... El objeto que ha tenido en vista al hacer la descripción de este ferrocarril, es el de llamar la atención á las ventajas,— que, á su juicio, no son suficientemente apreciadas, de la conveniencia que hay en adoptar grandes pendientes en vez de largos desarrollos de gradientes...

"En la gran mayoría de los casos donde puede emplearse con ventaja un plano inclinado con cremallera, no sólo se ahorra un gran desarrollo de la línea, sino que se mejoran las gradientes en otras partes de la misma línea férrea y se obtiene una buena economía tanto en la conservación de la vía permanente como en la explotación misma."

Entra en seguida el autor á explicar las ventajas que ofrece la cremallera Abt.

Para demostrar de una manera práctica el costo de explotación de ferrocarriles de este sistema, doy en seguida una relación de lo que ha sido ese costo en el ferrocarril de cremallera en las montañas Hartz en Alemania:

"La faz especial de esta línea (Hartz) consiste en que su explotación se hace por medio de la cremallera con locomotoras construídas según el sistema Abt combinado, de adherencia simple y cremallera.

"En las pendientes fuertes, los trenes son arrastrados por medio de ambas fuerzas combinadas, no usándose la cremallera en las partes con gradientes suaves; así que la cremallera que va entre los rieles se coloca únicamente en aquellos puntos donde es indispensable.

"Informaciones y detalles referentes al costo de explotación,

podrán tener interés más especialmente desde que durante los últimos años la cuestión de líneas con grandes pendientes, con sistemas especiales de tracción, ha preocupado tanto la atención de los ingenieros en todas partes del mundo.

"El ferrocarril de las montañas de Hartz tiene una extensión de 30.5 kilómetros y sube á una altura de 455.7 metros.

"Las locomotoras pesan 52 toneladas.

"El peso de los trenes es de 120 toneladas.

"Parte por adherencia 23 kilómetros con gradiente máxima de $2\frac{1}{2}\%$.

"Parte por cremallera $7\frac{1}{2}$ kilómetros con gradiente de 6% .

"Tráfico en 1887: pasajeros, 53,500.

"Toneladas de carga transportada, 120,000.

"Gastos de explotación, £ 8.289.7.3.

El resultado de la explotación por tren por kilómetro es de 1 chelín 8 peniques, comparado con 2 chelines, que es el término medio que han dado los ferrocarriles de Alemania, según las estadísticas de 1885, y con 2 chelines 3 peniques en Austria y Hungría.

"Resulta, pues, una ventaja de consideración en favor del ferrocarril cremallera de las montañas de Hartz.

"Hay, sin embargo, que tener en cuenta que los trenes no son del mismo peso por la diferencia de gradiente.

"Una comparación más justa se obtiene examinando el costo de transporte y fuerza de tracción del ferrocarril del Semmereng en Austria, con gradiente de $2\frac{1}{2}$ por ciento, cuyos resultados han sido iguales á los de cremallera."

En conclusión, se puede agregar que la construcción de ferrocarriles de montaña con fuertes gradientes y vía ordinaria, es decir, por adhesión simple, es antieconómica, *debido al resbalamiento natural, mientras que la cremallera lo evita en absoluto.* utilizando así toda la fuerza que desarrolla el combustible empleado, sin pérdida alguna, lo que por sí sólo constituye un no despreciable *desideratum* en regiones como aquéllas.

DE UNA COMUNICACIÓN

PRESENTADA AL INSTITUTO DE INGENIEROS DE SANTIAGO, POR EL INGENIERO DON
ENRIQUE LABATUT:

LOS FERROCARRILES DE CREMALLERA

Consideraciones generales y ventajas de los Ferrocarriles de Cremallera

La construcción de ferrocarriles en los países montañosos presenta, por lo general, grandes dificultades técnicas y puede conducir á gastos enormes de primer establecimiento que no estén en relación con la importancia que el ferrocarril proyectado puede procurar á las localidades que sirva.

Entonces se impone un estudio concienzudo del sistema más ventajoso de ferrocarril que se deberá adoptar para las exigencias del caso, de manera que los gastos de su construcción y explotación sean ventajosamente compensados.

No sólo en el caso de que el trazado de un ferrocarril por adherencia sea imposible entre dos puntos dados, deba intervenir la cremallera; en efecto, puede haber casos que entre dos trazados admisibles, el trazado de cremallera tendrá que preferirse: Por la reducción de la longitud de la línea, por la menor importancia de los desmontes y terraplenes y demás obras de arte, los ferrocarriles de cremallera hacen que los gastos de primer establecimiento sean inferiores á los de ferrocarriles por simple adherencia.

Si existe casos en los cuales el empleo de una vía de cremallera se impone por sí misma, hay muchos donde habrá lugar de comparar esta solución con la de una vía ordinaria.

Así, apoyándonos con ejemplos, se comprueba que en ciertos ferrocarriles suizos, como en el de *Viège Zermatt*, destinado á los turistas, después de haber comparado los dos sistemas, la adaptación de la cremallera permitió realizar una disminución

de longitud de 500 metros y una disminución de gastos de quinientos mil francos.

Para el ferrocarril de *Hallenthal*, un anteproyecto de ferrocarril ordinario conducía á un gasto de 45.000,000 de francos; el ferrocarril de cremallera no ha costado sino 8.000,000.

A pesar del precio subido de la cremallera se puede llegar á un costo aceptable por kilómetro, y si se piensa en las disminuciones de longitud obtenidas, cuando las dos soluciones son posibles, se convence de la importancia de las comparaciones.

Los gastos de explotación son más elevados por kilómetro para los ferrocarriles de cremallera, pero esto no prueba *a priori* que bajo el punto mismo de la explotación, el ferrocarril mixto de cremallera y adherencia no sea preferible en un caso dado al ferrocarril ordinario.

Por regla general se admite la gradiente de 25 milímetros por metro como un máximo que no es preciso sobrepasar, si se quiere obtener una explotación satisfactoria que pueda, por consiguiente, reembolsar los gastos; resulta, pues, que para un trayecto de un kilómetro, la vía no puede elevarse sino á una altura de 25 metros adoptándose el sistema ordinario. Si se tiene, por lo tanto, dos localidades que unir por medio de un ferrocarril, la diferencia de niveles, siendo entre estos dos puntos de 250 metros por ejemplo, es preciso tener por lo menos un trayecto de 10 kilómetros.

En un país montañoso un trayecto de esta longitud no puede realizarse sin tener que construir obras de arte bastante costosas como túneles, cortes en piedra dura, muros de sostenimiento, etc.

En los ferrocarriles de cremallera la fuerza de tracción se produce no por la adherencia de las ruedas motrices de la locomotora, sino por la presión efectuada por el diente de una rueda dentada en contacto con la cremallera, y resulta *por lo mismo una potencia mucho más considerable*, que puede ser utilizada para salvar gradientes más pronunciadas. La experiencia adquirida en la explotación de líneas por cremallera, construídas en distintos países, ha demostrado que se podía llegar y aún sobrepasar gradientes de 300 milímetros por metro (30%).

Con una línea de cremallera que una dos localidades presen-

tando una diferencia de nivel de 250 metros, *un kilómetro* de vía con gradiente de 250 milímetros podrá ser suficiente para unirlos, *en lugar de 10 kilómetros*.

Esto muestra claramente la ventaja que se tiene en adoptar la vía de cremallera sobre las líneas de simple adherencia como economía de construcción.

La primera idea de emplear las locomotoras de cremallera fué realizada en 1811 por Blenkinsop, pero no tardó en ser abandonada después de las experiencias efectuadas por Stephenson sobre la adherencia; y ha sido necesario de un transcurso de más de 50 años para volver á tomar en consideración un principio del cual se podía obtener grandes ventajas.

Estas ventajas pueden resumirse de la manera siguiente, como las indican M. M. Vigreux y Loppé, en la Revista técnica de la Exposición de 1889:

"1.º *Economía y gran rapidez de construcción*. En efecto, la vía pudiendo más fácilmente seguir las desnivelaciones del terreno, se evita así la construcción de numerosas obras de arte. Por otra parte, si la superestructura cuesta un poco más caro por kilómetro, la reducción del trayecto hace que, para el conjunto de la línea, se tenga todavía una grande economía.

"2.º *Más grande capacidad de transporte*. En efecto, aunque la velocidad sea inferior, el trayecto se reduce en grandes proporciones, y además la pequeña velocidad permite hacer que se sigan los trenes á intervalos más cortos, es decir, aumentar el número.

"3.º *Disminución de los gastos de tracción y de entretenimiento* comparativamente á los que exigiría una vía de adherencia llenando el mismo objeto. Es evidente que los gastos de tracción son más elevados para un kilómetro de vía de cremallera que para un kilómetro de vía de adherencia, pero *el trayecto sobre una línea de cremallera se reduce en proporciones considerables*. Lo mismo sucede para el entretenimiento de la vía donde la disminución del número y de la importancia de las obras de arte concurre todavía á la disminución de los gastos.

"4.º *Grande seguridad*. En efecto, con la cremallera, el maquinista en las gradientes, *es absolutamente dueño de su tren*."

Existen varios sistemas de ferrocarriles de cremallera, pero

hasta ahora el sistema imaginado por el ingeniero suizo, M. Román Abt, es el que ha dado los mejores resultados.

Establecido el principio del ferrocarril de cremallera, M. Abt se dedicó á estudios concienzudos sobre el caso, y sus trabajos no tardaron en ser coronados por el éxito, bastándonos citar el ferrocarril del Righi, que obtuvo en 1888 el gran premio de la Unión de los Ferrocarriles Alemanes, de 7,500 marcos, por su sistema de ferrocarril de cremallera y de locomotoras de ruedas dentadas.

Podemos recordar todavía sumariamente el principio:

La vía, debiendo ser de rieles ordinarios por simple adherencia, tendrá en su eje una cremallera constituida por varias hojas dentadas de acero dulce laminado, dispuestas verticalmente al lado las unas de las otras de manera que los dientes engranen, siendo el número y espesor de las hojas variables según el perfil de la línea. La locomotora llevará *dos* mecanismos motores *independientes*, de los cuales el mecanismo de adherencia funciona de una manera continua, y el otro no opera más que en el trayecto de cremallera y simultáneamente con el primero. Las ruedas dentadas están formadas de tantos círculos dentados como hojas hay en la vía y conducidas por ejes espaciados de tal manera que los ataques sean sucesivos.

Si hay dos ejes el espacio será, por lo tanto, igual á $n + \frac{1}{2}$ largo del paso, será de $n + \frac{1}{3}$ para 3 ejes. Como por otra parte los dientes engranan, se producirá ya 4 ataques por paso para 2 hojas y 2 ejes, de lo cual resulta una suavidad muy grande de marcha.

Se ha podido, de este modo, adoptar un paso de 12 centímetros, lo cual es sorprendente á primera vista. Una pieza de entrada especial permite al tren pasar insensiblemente de una parte de adherencia á una parte de cremallera.

En fin, un freno de aire comprimido, muy poderoso, opera á voluntad sobre el sistema y consiste en un cambio de la marcha después de haber substituído á la entrada de vapor una toma de aire exterior que se enfriará durante la compresión por medio de una inyección de agua.

DE UNA COMUNICACIÓN

PASADA POR EL INGENIERO Mr. CHARLES LEGRAND Á LA SOCIEDAD BELGA DE INGENIEROS CIVILES SOBRE EL FERROCARRIL TRASANDINO CLARK, EN FEBRERO DE 1891.

Este ferrocarril tiene por objeto general ligar el Atlántico con el Pacífico y á la República Argentina con Chile al través de los Andes. Tiene sobre los otros ferrocarriles trasandinos proyectados un objeto más inmediato del cual sacará su principal tráfico: el de poner en comunicación con el Pacífico y con Chile las provincias que forman la región occidental de la República Argentina las cuales podrán llegar á ser las más productoras de este país, debido á sus riquezas minerales y agrícolas.

Una obra tan considerable, tan útil y tan avanzada y que se presenta á los ojos de las personas entendidas bajo un aspecto tan evidente de buen negocio, tal obra, digo, no puede fracasar.

Puedo entonces describir ésta, expresando mi convicción que muy pronto se volverá á poner trabajo para terminar esta grande é interesante obra.

Ustedes reconocerán, sin duda, como yo, que no es necesario que se construya en los Andes un ferrocarril dotado de todas las condiciones de perfección que se exigirán para una de nuestras líneas, de gran velocidad y de gran tráfico, y que sería permitido, aun si fuese en perjuicio de la velocidad y de la economía de su explotación, que se adopte para vencer las dificultades del terreno, *los artificios de mecánica y de construcción que los adelantos modernos ponen hoy á nuestra disposición.*

Las siguientes son las nuevas y muy interesantes disposiciones que los señores Clark y C.^a han resuelto poner en práctica en la construcción de este ferrocarril:

No puedo resistir, señores, al ver interrumpida una obra tan útil y tan considerable, el procurar contribuir hasta donde pueda mi débil influencia, al restablecimiento de la confianza pública, á fin de que esta empresa pueda obtener los recursos que necesita para su terminación.

Diré, pues, con este fin, que después de estudiar con atención los recursos de Chile y de haberme dado cuenta también de la riqueza tanto minera como agrícola de las provincias occidentales de la República Argentina, he llegado á formarme la convicción de que el tráfico del ferrocarril trasandino del centro (por Uspallata) no tardará en llegar á ser de verdadera importancia. Las relaciones de amistad bastante frías que existen en la actualidad entre las dos naciones hermanas, mejorarán sin duda alguna y sin tardanza porque se reconocerá desde que se pongan en contacto que se completan recíprocamente y que una es necesaria á la otra.

Para las provincias occidentales de la República Argentina, la perforación de los Andes será como una redención, puesto que les dará una salida más corta, y más económica por el mar Pacífico.

El carbón, ya sea inglés ó chileno, será transportado al otro lado de los Andes en grandes cantidades y los minerales de oro, plata y cobre que abundan en la Argentina, vendrán á embarcarse por el Pacífico ó con el objeto de ser beneficiados en los establecimientos chilenos de fundición.

Los viajeros de Europa para Chile, Bolivia y Perú tomarán el camino de los Andes que les demorará solo 20 días de Burdeos á Valparaíso, una vez que se establezcan vapores directos entre la Francia y Buenos Aires.

En fin, la cordillera misma, en el trayecto del ferrocarril, dará un tráfico minero de no poca importancia, pues, no se puede dudar de que los mineros se aprovecharán prontamente de las ventajas favorables que este ferrocarril les proporcionará para explotar las riquezas mineras que se encuentran en el mismo seno de la gran cadena de los Andes.

PÁRRAFO

DE UNA PUBLICACIÓN HECHA RECIENTEMENTE EN LÓNDRES PARA DAR INFORMES
Á LOS VIAJEROS DE EUROPA Á CHILE, PÁJINA 14

En el kilómetro 135 (de Mendoza) el tren asciende el primer trozo de cremallera del sistema Abt, de tres engranajes centra-

les, y los pasajeros, si no se les llama la atención, no se dan cuenta de la existencia de cosa alguna fuera de lo ordinario.

"EL PORVENIR".—SANTIAGO

Jueves, 13 de Septiembre de 1894

Inglaterra

Apuntes comerciales y agrícolas.—Ferrocarriles.—Navegación.—Los canales de Manchester, Suez, Panamá y Nicaragua.—Yates y buques de guerra.—Política.

.....

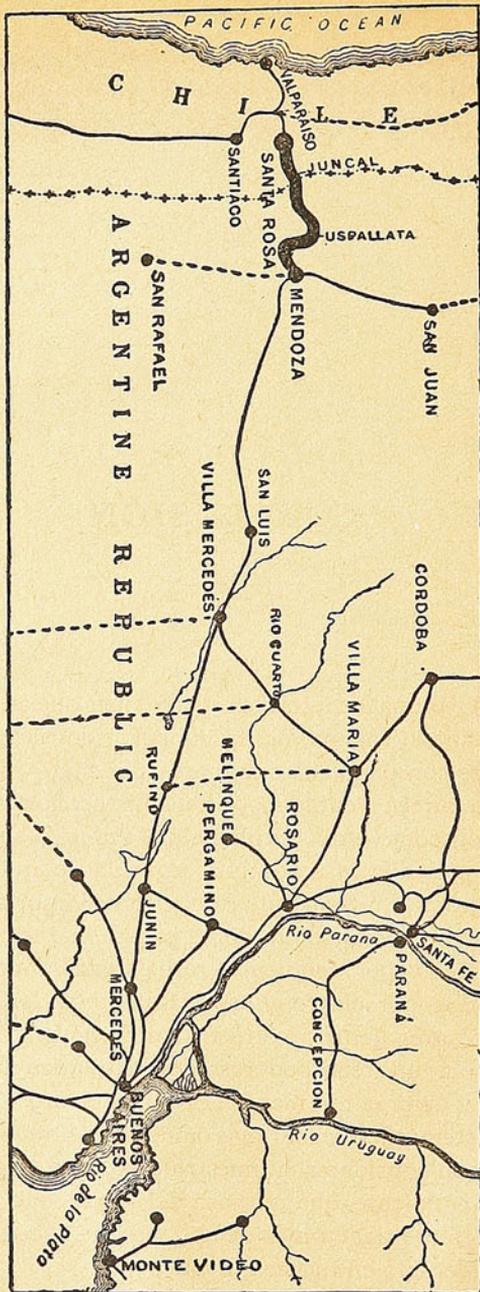
.....

El Gobierno suizo ha nombrado al ingeniero del túnel de Mersey, señor Francisco Fox, para examinar el plan de construcción del túnel del Simplón. Este túnel tendrá 11 y media millas (cerca de 4 leguas) de largo, y costará 4.390,000 libras esterlinas.

El túnel más largo de Inglaterra es el del río Severn, que mide 7,664 yardas, ó sea una y media leguas; el del Mersey mide 2,700 yardas, más ó menos media legua.

NOTA.—El ingeniero Fox es uno de los ingenieros consultores de la Empresa del Trasandino.

◆◆◆





CONCLUSIÓN



Como se ve por los informes y opiniones que anteceden, emitidas por tantos Ingenieros, la adopción del sistema Abt para ferrocarriles con pendientes mayores del $2\frac{1}{2}\%$ es conveniente, puesto que ofrece ventajas positivas de economía tanto en la construcción como en la explotación. Además se ha visto que el sistema presta la más absoluta seguridad para el tráfico.

En cuanto á lo último, que es un factor importante, sus ventajas no pueden ponerse en duda, puesto que en vez de dejar correr los trenes por pendientes resbaladizas, como son las que pasan del dos por ciento y especialmente en los parajes montañosos, se agrega entre los rieles un mecanismo de engranaje equivalente á un freno poderoso que regulariza la marcha de los trenes y evita enteramente el resbalamiento.

Todo sistema debe tener más ó menos su límite de seguridad; pero hay que considerar en nuestro caso, que tratamos de una línea con pendiente que no pasa del 8% , y que hay líneas en explotación que tienen más de 40% , lo que hace una diferencia muy considerable en nuestro favor.

Téngase todavía presente que existen líneas por simple ad-

herencia, con gradientes del 7% y en Chile mismo las tenemos con el 4 y aun el 5%.

Entretanto, para el trasandino la hemos limitado al 2½% y aplicamos el engranaje central á los del 4, 5 y 8%. Con esta modificación hemos dado á nuestra línea una capacidad de tráfico mucho más considerable que si fuera construída según el proyecto primitivo por simple adherencia.

Son tan evidentes las ventajas que ofrece la cremallera, que el ingeniero Evans, ha recomendado la conversión de toda línea en servicio con gradientes mayores del 2½% por simple adherencia, á este sistema, porque considera que así se daría más capacidad de transporte y más seguridad al tráfico general.

Por lo que concierne á la línea trasandina, hemos demostrado en otras publicaciones que podrá con facilidad correr un tren cada dos horas, de cada lado, lo que dará 24 trenes por día y calculando sólo 60 toneladas por cada tren, resulta que podrá transportar, cuando menos 1,440 toneladas diarias, ó sean 525,000 por año; no obstante, para asegurar el éxito financiero de esta empresa, bastará con la tercera parte de ese tráfico, es decir con cuatro trenes diarios de cada lado.

En el anterior cálculo hemos tomado como peso útil de cada tren, sólo el 60% del peso bruto, pero con la introducción del equipo moderno inglés, abrigamos la seguridad de que podremos utilizar el 75%, lo que equivale á un aumento de capacidad de un 25%, ó sea 131,400 toneladas más.

No tienen, pues, fundamento alguno los temores de aquellas personas que suponen que el ferrocarril trasandino, por razón de la cremallera, no va á poder transportar carga.

Para la exacta comprensión de las personas que deseen formarse una idea cabal de lo que es la cremallera que se ha aplicado á las gradientes del trasandino y que funciona desde algún tiempo en el lado argentino, hemos resuelto exhibir un pequeño trozo de esta clase de línea en la próxima Exposición de Minería. Este trozo se colocará en una pendiente de 8%, que es el desnivel más fuerte que tendrá este ferrocarril.

Todos los pasajeros que han hecho uso de esta línea durante la estación del verano último, han podido cerciorarse de que apenas se nota diferencia entre la línea normal y la que lleva la cremallera, y la mayor parte de los viajeros no alcanza á notar siquiera que el tren marcha con el auxilio del ventajoso sistema Abt.

Por la Empresa,

MATEO CLARK

Santiago, Octubre de 1894



