

Anexo N.º 25

Ministerio de Industrias i Obras Públicas

FERROCARRIL TRASANDINO

POR EL

JUNCAL

INFORME Núm. 4

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO



SANTIAGO DE CHILE

IMPRESA, LITOGRAFÍA I ENCUADERNACION BARCELONA

1903

CUARTO INFORME

SOBRE EL

FERROCARRIL TRASANDINO

POR

DON OMER HUET

Consultor Técnico del Gobierno de Chile
Director Jeneral Interino de Obras Públicas de Chile
Ingeniero Principal de los Ferrocarriles del Estado Belga.
Ingeniero Honorario de Puentes i Calzadas de Béljica.



SANTIAGO DE CHILE

IMPRESA, LITOGRAFÍA I ENCUADERNACION BARCELONA

—
1903



Núm. 24.

Santiago, 29 de mayo de 1903.

SEÑOR MINISTRO:

Conforme a mi nota núm. 15 de 16 de febrero último i al oficio de US. núm. 375 de 15 de abril próximo pasado, relativos al estudio de las bases del contrato para el proyecto de construccion i explotacion del Ferrocarril Trasandino por el Juncal, adjunto tendrá a bien encontrar US. el cuarto Informe sobre el particular.

Versa este sobre «Las características del Proyecto» es decir, sobre el programa para el estudio del proyecto de la línea férrea aludida.

Saluda a US.

O. HUET.

Al Señor Ministro de Industria i Obras Públicas.

SUMARIO

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

I

LA VIA I SUS DEPENDENCIAS

- 1.º OROGRAFÍA DEL TERRENO.
- 2.º PERFILES I CURVAS DEL TRAZADO.
- 3.º CREMALLERA.
- 4.º TÚNELES.
- 5.º PASO DE LA CUMBRE.
- 6.º VENTILACION DE LOS TÚNELES.
- 7.º DERRUMBAMIENTOS.
- 8.º NEVAZONES.
- 9.º ESCURRIMIENTO DE LAS AGUAS.
- 10 RESÚMEN:
 - a). LÍNEA HASTA EL JUNCAL.
 - b). LÍNEA HACIA LA CUMBRE.

II

MATERIAL RODANTE

- 1.º LOCOMOTORAS:
 - a). CARACTERÍSTICAS.

- b). DISPOSICIONES PRINCIPALES.
- c). TRACCION ELÉCTRICA.
- 2.º MATERIAL DE TRASPORTE:
 - a) COCHES.
 - b) CARROS.
- 3.º MAESTRANZA I DEPENDENCIAS EN LOS ANDES.
- 4.º TALLER I DEPENDENCIA EN EL JUNCAL O RIO BLANCO.

III

ESPLOTACION

- 1.º SERVICIO DE LOS TÚNELES.
- 2.º NIEVE I NEBLINA.
- 3.º EQUIPO.
- 4.º ITINERARIOS.
- 5.º SEGURIDAD.

IV

CONEXION CON LA SECCION ARGENTINA

- 1.º TRAZADO.
- 2.º EJECUCION DE LOS TRABAJOS EN LA FRONTERA.
- 3.º ESPLOTACION.
- 4.º INTERCAMBIO DEL MATERIAL RODANTE.
- 5.º DIVERSOS.

V

EJEMPLOS DE TRAZADOS

- 1.º TRAZADOS DE LA CONCESION CLARK.
- 2.º SECCION ARGENTINA DEL TRASANDINO.
- 3.º TRAZADO DE LA COMPAÑIA CONSTRUCTORA DEL TRASANDINO.

VI

COSTO

- 1.º CANTIDADES DE OBRAS.
- 2.º COSTO DEL FERROCARRIL.
- 3.º MODIFICACIONES EVENTUALES.
- 4.º PRIMAS.

VII

SECCION YA CONSTRUIDA

VIII

NECESIDAD DE LAS BASES DE CONCESION

- 1.º GARANTIA NATURAL SIN DESCUENTO.
- 2.º NUEVO ASPECTO DEL ASUNTO.





I

LA VIA I SUS DEPENDENCIAS

1.º—Orografía del terreno

Por su longitud i por la naturaleza de sus transportes, el Ferrocarril Trasandino por el Juncal constituirá una via de comunicacion de primer órden; de consiguiente, su construccion i explotacion deben hacerse en forma que garantice un servicio seguro i rápido; condiciones que, dada la accidentada orografía del terreno en la parte chilena, desde Los Andes hasta la frontera con la Arjentina, son de difícil realizacion.

En los viajes i reconocimientos que he hecho a los valles principales de la cordillera hasta la Cumbre, i particularmente al valle de Aconcagua i a las quebradas del Juncalillo, Portillo, Calavera i Caracoles, he podido observar que la construccion i explotacion de este ferrocarril darán lugar a diversos problemas que requieren soluciones especiales.

La topografía del cordon de la cordillera i las grandes diferencias entre las alturas que será necesario franquear, exigen un trazado con fuertes pen-

dientes, curvas de pequeño radio, cremalleras, túneles largos, etc.

Así mismo, para la construcción de la línea, deberán tomarse en cuenta los fenómenos mecánicos de la destrucción de las rocas i los derrumbamientos.

Del mismo modo, la explotación estará sometida a contingencias originadas por los fenómenos atmosféricos, tales como la acumulación o avalanchas de nieve, hielo, lluvias torrenciales, temporales de una intensidad extraordinaria, etc.

Particularmente los derrumbes i rodados de piedras i las nieves, factores que generalmente desempeñan un papel secundario en el establecimiento i explotación de los ferrocarriles, tendrán por el contrario, importante influencia en el caso del Trasandino.

También el material rodante deberá ofrecer ciertas disposiciones particulares para la tracción en las partes de la línea en que se establezca el sistema de cremallera.

La explotación de la línea, por otra parte, deberá hacerse en condiciones escepcionales, pues, la travesía de túneles con cremallera i de túneles largos por adherencia, necesitará talvez una ventilación artificial o un sistema de tracción especial.

Por fin, la maniobra de los trenes i las operaciones de intercambio en la estación fronteriza, exigirán disposiciones adecuadas.

Puede decirse, pues, que todas las dificultades de construcción i de explotación de un ferrocarril, están reunidas en esas regiones, rebeldes a la estádía i a las empresas del hombre: alturas prodijiosas, gargantas profundas con torrentes, aridez completa del suelo, falta de toda especie de veje-

tacion, naturaleza hermosa, pero tambien inhospitalaria.

I en otro órden de cosas, rarefaccion del aire, alternativas de calor insoportable i frio glacial, vientos impetuosos, tempestades, rayos, temblores, sequía, humedad, nieve, hielo; fenómenos todos que se suceden en el trascurso de pocas horas en esos parajes de aspectos llenos de grandeza i de inclemencia.

Las circunstancias favorables son: la existencia de un camino carretero que sigue por el valle hasta la cumbre i que permitirá emprender los trabajos simultáneamente en las obras mas importantes; la resistencia del terreno en el cual deben perforarse los túneles; la abundancia de piedras para el lastramiento de la via i construccion de las obras i edificios, i la facilidad de obtener las aguas de alimentacion para los diversos servicios de construccion i explotacion.

La cordillera de los Andes en una estension de 7000 kilómetros, desde la América Central hácia el Polo Austral, se ha formado en la direccion norte sur, i segun un meridiano desde Bolivia hasta el Estrecho de Magallanes, con un repliegue del terreno orijinado por la contraccion producida por el enfriamiento de la costra terrestre.

Este cordon sube sobre la altitud media de la América Meridional, graduando su altura desde la meseta de Bolivia hasta la Tierra del Fuego, es decir, de 5,000 a 2,000 metros, i teniendo unos cuantos puntos de mayor altura, principalmente entre los paralelos 32 i 34, en donde alcanza casi a 7,000 metros en los picos Tupungato i Aconcagua, alternándose con otros mas bajos i constitu-

yendo, los primeros las cimas i volcanes i los boquetes i quebradas los segundos.

Estos se han producido a causa de ser el perímetro nuevo del cordon saliente mayor que el que tenia la tierra ántes del solevantamiento i por el efecto de reacciones variables del terreno.

Al mismo tiempo, contrafuertes trasversales se han adherido a la cadena principal i por rompimiento o penetracion de masas eruptivas o capas internas se han abierto en el sentido de su lonjitud formando valles, correspondientes a las quebradas de la cordillera.

Igualmente, las laderas de los valles, se abrieron por la misma accion de repliegue i estension, o por solevantamiento de capas mas profundas, dejando de trecho en trecho quebradas ménos acentuadas i ménos estensas.

La falda occidental de la cordillera es mas abrupta que la oriental, lo que se debe sin duda, a que la cordillera de la costa, habiéndose formado con anterioridad, ha ejercido mayor reaccion sobre los esfuerzos mecánicos del repliegue.

Esta circunstancia hace que los valles trasversales sean mas accidentados i el establecimiento de ferrocarriles difícil en Chile, pues el subsuelo es compuesto de rocas eruptivas, granito, pórfidos metamórficos, andesitas; tanto mas cuanto que la accion de las lluvias, nieves i rodados, aumenta los accidentes del terreno o cambia su resistencia, creando nuevos obstáculos a la construccion.

En el valle trasversal del rio Aconcagua, desde Los Andes hasta el Juncal, las faldas aparecen cortadas por quebradas, algunas de las cuales dan paso a afluentes importantes, como el Colorado i

el Rio Blanco, al paso que otras interrumpen la continuidad de las cadenas por aperturas que han arrojado conos de detrítus en el thalweg i modificado la pendiente del rio en trechos mas o ménos largos.

Para el estudio del perfil longitudinal de un ferrocarril de traccion por adherencia en este trecho, i particularmente a partir de Rio Blanco, son precisamente estos puntos los que conviene considerar especialmente.

En efecto, al frente de las quebradas, hai resaltos del thalweg, i las pendientes aumentan bruscamente hasta formar rápidos superiores a 40 mm. por metro, lo que hace necesario considerar las pendientes medias de quebrada a quebrada i de afluente a afluente, i aun en trayectos mayores, para apreciar las particularidades del problema.

Se debe buscar la atenuacion de esos excesos de declive, sea por un desarrollo suplementario del trazado, o por el arranque de la línea desde un punto mas atras i mas lejano, de modo que quede el trazado sobre la falda ántes de franquear los resaltos.

El valle que conduce de los Andes hácia el cordón de la cordillera presenta, pues, resaltos i angosturas que aumentan su inclinacion o declive medio, que a veces alcanza a 10%.

Mas allá del Juncal se abre la quebrada correspondiente, rodeada de macizos nevados, de cerros parados o a pique, i trepa el cordón con escalones gigantescos, formando las mesetas del Juncalillo, Portillo i Calavera, i franqueando la frontera por un boquete situado casi a 4,000 metros de altura.

2.º—Perfiles i curvas del trazado

Para construir un ferrocarril en este terreno, se presentan dificultades de perfil i de trazado.

La solucion de ellas debe buscarse en la adopcion de gradientes fuertes i de curvas de radios reducidos, pues, si bien el pronunciado declive de la línea no permite sino velocidades limitadas para los trenes, en cambio éstas facilitan la adopcion de partes curvilíneas cerradas.

Para las partes de línea de adherencia las gradientes podrian subir hasta 40 mm. por metro i los radios de las curvas bajar hasta 100 metros.

Estas normas se imponen en estas rejiones para hacer posible el proyecto, evitar el desarrollo exagerado del trazado i economizar gastos de establecimiento, merced a la disminucion de importantes movimientos de tierra en los trabajos, al acortamiento de los túneles i a la supresion de obras de arte.

3.º—Cremallera

No solo son inevitables las gradientes pronunciadas de adherencia sino que tambien es indispensable la adopcion de la via de cremallera.

Este sistema tiene la ventaja de permitir la ascension de cuestas paradas i de salvar grandes diferencias de nivel con menor costo, disminuyendo, por lo tanto, los intereses del capital invertido.

Así para el Trasandino por el Juncal, un trazado de adherencia en la seccion hasta el Juncal no parece presentar gran ventaja porque exigiria gra-

dientes de 40 mm., i la reduccion del coeficiente de frotamiento a la rodadura siendo superior a la que se produce en la cremallera, se puede pensar que esta es admisible en este trecho de la línea, que estará espuesta a las nevazones.

Mas allá del Juncal, un trazado de adherencia no se justificaria para la construccion, ni para la explotacion, puesto que no evitaria completamente los túneles i los trechos que seria preciso despejar de la nieve o proteger contra ella, resultarian mucho mas estensos; la altitud por trepar permaneceria la misma o mas bien seria mayor, el trayecto seria mas largo, i aunque la velocidad de los trenes podria aumentar, la duracion del viaje no se acortaria, i por fin el poder de transporte de la línea seria menor i mayores los gastos de explotacion.

Tratándose del Trasandino, el propósito de hacer su establecimiento relativamente rápido i económico es tanto mas importante, cuanto que los intereses del capital de construccion escenderán en mucho a los gastos de explotacion.

Por eso, en vista de lo accidentado del terreno i de la gran altura que hai que salvar, se debe aceptar gradientes hasta de 80 mm. por metro, es decir en cremallera, i curvas de radio hasta 125 metros.

Sin embargo, es mas elevado el costo de la via de cremallera con sus aparatos especiales, sus apoyos contra el deslizamiento de los rieles i el uso de piezas de tipos nuevos; tambien la conservacion es mas costosa por el desgaste mas rápido del material fijo i rodante, que sufren tensiones considerables i deformaciones mas sensibles.

Ademas, en la locomotora de traccion por cremallera, el mecanismo de engranaje es una fuente de nuevas resistencias pasivas, de gastos mayores de traccion, lubricacion i conservacion; cuestiones talvez secundarias en los países de grandes recursos industriales, pero no en la América Meridional, en donde son mas costosos los materiales i la obra de mano para trabajos especiales es mas cara.

Otra característica del servicio de cremallera es la menor velocidad de los trenes, pero, como se ha dicho, la duracion total del viaje no será por ello mayor

Por fin, este servicio ocasiona ciertas lentitudes en el movimiento de los trenes, pues, limita su tonelaje en toda la línea i obliga a cambiar la colocacion de la máquina si viene atras.

Sin embargo los trechos de cremallera deben ser lo mas cortos posible, concentrados en el menor número de secciones que se pueda i presentar gradientes en relacion con el declive de las partes en que la locomocion se haga por adherencia.

El límite de la fuerza de traccion de las locomotoras por adherencia depende del coeficiente de frotamiento a la rodadura de las ruedas motrices i del peso que llevan i, por consiguiente, de la seccion del riel; mientras que en las máquinas por piñones de cremallera este se encuentra limitado por la resistencia de los materiales, es decir, que no se necesita aumentar la seccion del riel, pero sí, adoptar un espesor de dientes i cremallera conveniente, para acrecentar su poder de arrastre.

4.º—Túneles

En los trabajos de establecimiento de un trazado con gradientes fuertes i cremallera no pueden obtenerse economías, sino a condicion no solo de disminuir el desarrollo de la línea, sino tambien evitando las obras de arte que un trazado ordinario habria exigido, i sobre todo reduciendo el número de túneles i acortando su longitud.

Un trazado con túnel practicado relativamente a poca altura, para franquear la montaña, permitirá disminuir las sinuosidades de la línea; pero no suprimirá las partes de cremallera, debiendo ademas ser el túnel mui largo, lo que ocasionaria mas tiempo para la construccion del ferrocarril i mayores gastos, i tambien en el túnel mismo una temperatura mas elevada debajo del macizo perforado i mayores dificultades de construccion, ventilacion i explotacion.

Importa pues que los túneles sean lo ménos numerosos i los mas cortos que sea posible, sobre todo si están en gradiente pronunciada.

5.º—Paso de la cumbre

El paso de la Cumbre ofrece enormes obstáculos relativamente al terreno i a la pendiente de la línea.

No puede franquearse sino mediante la construccion de un túnel mas o ménos largo.

El primer inconveniente de los túneles largos es que exigen muchos años para su construccion.

El segundo es que su construccion es mui onerosa.

Ademas los túneles perforados bajo macizos elevados tienen el inconveniente de la temperatura que se desarrolla en su interior, lo que dificulta particularmente la construccion.

Se ha establecido una fórmula para determinar la temperatura probable en un subterráneo i es:

$$T = t + 0.02068 h$$

siendo t la temperatura media en la superficie i h la altura vertical del macizo.

Para un calor ambiente de 10° i un macizo de 1,000 metros de altura vertical, dicha formula daria una temperatura de 30° .

Mas allá de esta temperatura el trabajo del hombre en un espacio limitado, aun aereado artificialmente, es reducido i se hace peligroso si las condiciones hijiénicas del ambiente no son buenas.

Sin embargo, es de notar que en los túneles de Mont-Cenis i Saint Gothard, cuyo largo es de 12,333 i 14,920 metros respectivamente, la temperatura bajo macizos superiores a 1,500 metros, fué solo de unos 30° .

I en la Córdillera, que es de una altura mui superior a la de esas montañas i que exigirá un trazado mas alto para salvar el punto culminante, la temperatura no alcanzará seguramente a esta cifra, con el mismo espesor de macizo sobre el túnel de la Cumbre.

El cuarto inconveniente de estas vias subterráneas, es la humedad. En Chile, país mui seco, el coeficiente de adherencia de las locomotoras es de

$\frac{1}{6}$ a $\frac{1}{5}$, de modo que en un túnel, con rieles húmedos, la pérdida de traccion es tanto mas sensible i puede alcanzar al 50%.

Otra particularidad de los túneles de gran longitud, sobre todo si están en gradiente, es la prolongada duracion de su travesía.

Es pues, de mucha importancia la atenuacion de estos inconvenientes, mediante la construccion de túneles tan cortos como sea posible, procurando evitar los declives fuertes en su perfil longitudinal.

En especial, el túnel del paso de la Cumbre debe ser estudiado teniendo en vista la conveniencia de reducir su estension i su gradiente i la necesidad de darle un exceso de seccion trasversal para facilitar su ventilacion i conservacion.

6.º—Ventilacion de los túneles

Otro inconveniente grave que tienen los túneles largos, es la inseguridad de obtener una buena ventilacion en el curso de la explotacion para no molestar a los pasajeros i esponer a accidentes al personal de los trenes i de la conservacion de la via.

La diferencia de nivel entre sus bocas puede dar lugar a depresiones tendentes a establecer una corriente de aire continua. Ademas la falda occidental de la cordillera por el Juncal, por ser mas abrupta i estar cortada por quebradas i tambien por recibir mas directamente la influencia de las brisas del mar, jeneralmente refrescadas por la corriente submarina de Humboldt, tiene una temperatura media inferior a la de la pampa arjentina,

de suerte que hai una tendencia a producirse corrientes continuas de poniente a oriente, por lo ménos a la altura de la Cumbre.

Sin embargo, por motivo de los vientos de montaña que cambian de sentido cada dia i que en la tarde soplan en terrales, bajando de las cimas, la temperatura en el interior de estos subterráneos será mas alta que en el exterior, en la estacion mala i durante las tormentas, i hasta podria suceder que se produjesen aspiraciones de aire dentro de los túneles, lo que podria orijinar contracorrientes.

Si el túnel fuera construido en gradiente fuerte, la locomotora tendria que trabajar a la subida con tiraje elevado i a todo fuego, i la cantidad de humo seria entónces considerable. La máquina obstruiria gran parte de la seccion vertical del túnel, tanto mas cuanto que sus dimensiones trasversales tendrian que ser grandes, i la nube de humo seria arrastrada por el mismo tren.

Cuando los túneles en declive son un poco largos, la cuestion de la ventilacion queda dudosa; por eso en todo caso conviene acortarlos en lo posible.

He aquí, por lo demas, la opinion espresada por una comision de personas competentes a propósito del túnel del Simplon:

«Es mui conveniente reducir la gradiente al mínimum en los túneles a fin de tener ménos humo, ménos gases irrespirables i ménos vapor de agua, i tambien a fin de evitar el paso de un número demasiado grande de trenes a consecuencia de la reduccion de la carga.»

La utilidad de las gradientes débiles en los túneles, es tanto mayor si se trata de alcanzar cierta

altura; entonces es preferible aumentar las pendientes de acceso mas que los declives en el túnel, puesto que la utilizacion de la adherencia, que es de 14% sobre las pendientes de acceso, no es mas de 8% en los túneles.»

Este informe está firmado por M. Ernest Polonceau, ingeniero jefe del material i de la traccion de la Compañía de los ferrocarriles de Orleans, en Paris; M. Doppe, consejero, inspector en jefe de la Direccion imperial de los Ferrocarriles del Estado Austriaco, en Viena; M. Huber, ingeniero civil en Paris; M. Dumur, coronel federal, ingeniero civil en Lausanne.

I como conclusion, estos ingenieros preconizan una gradiente que no pase de 2 a 3 mm. para el túnel del Simplon.

En muchos túneles se emplean ventiladores poderosos en ámbas bocas i no parece imposible el uso de un combustible sólido o líquido que suprima el humo.

En corroboracion de esto se puede citar el caso del ferrocarril de cremallera de Usui, en el Japon, de 1.06 m. de trocha i 8 kilómetros de largo en pendiente continua de 6%, de los cuales 4.5 km. corresponden a los túneles, siendo el mas largo de 550 metros. Cuando el viento sopla en cierta direccion del valle el vapor i el humo de la locomotora, que a la subida se coloca atras del tren, lo envuelven completamente, debido a la poca velocidad que lleva, unos 8 km. por hora, poniéndose la atmosfera dentro de los túneles tan pesada i caliente que las personas que van en la máquina tienen que recurrir a aparatos de respiracion especiales para evitar la asfixia.

Ademas, la perforacion de túneles de mas de 2 o 3 kilómetros es sumamente difícil, larga i onerosa, tanto mas cuanto que, cuando son tan largos, necesitan revestimiento para evitar accidentes graves en la ejecucion i facilitar la ventilacion.

Felizmente la fuerza hidráulica de que se dispondrá al pié del cordon de la cordillera, permitirá recurrir a la traccion eléctrica, la que evitaria los efectos del humo i los demas inconvenientes de los túneles i galerías, aun tratándose de gradientes fuertes.

La electricidad ha de dar, evidentemente, solucion a estas dificultades; pero creará otras en lo relativo a la explotacion; de modo que en el caso actual es prudente esforzarse por vencer las dificultades escepcionales que se presentan con medios corrientes, i reservar la posibilidad de la aplicacion de procedimientos nuevos, para el caso en que los demas no den los resultados apetecidos.

7.º—Derrumbamientos

La presencia de derrumbes al pié de las laderas que encajonan los valles i la formacion de enormes conos o rodados de piedras desprendidas de las partes abruptas, atestiguan que los hundimientos son fenómenos que deben tomarse mui en cuenta al estudiar el trazado del ferrocarril Trasandino.

Estos derrocamientos, se producen principalmente por efecto de la accion de la intemperie i de la descomposicion de las rocas; en ciertas partes tienen la forma de conos en equilibrio inestable i estos rodados deben evitarse mediante desviaciones de la línea o por túneles.

Muchos de ellos son acumulaciones de piedras que vienen formándose desde siglos atras, con mesetas de hundimientos sentadas a su pié, i éstos permiten la apertura de cortes o la perforacion de túneles.

Cuando la línea deba pasar inevitablemente sobre rodados en forma de conos o en la montaña sobre superficies de estabilidad dudosa, será menester prevenir la consecuencia de los derrumbes por medio de muros de sostenimiento, túneles u otros recursos apropiados al caso.

8.º—Nevazones

La nieve es un enemigo inesperado i de una potencia extraordinaria que orijina entorpecimientos en la circulacion de los trenes, i contra el cual es indispensable protegerlos.

Las nevazones exigen la adopcion de bota-nieves para despejar la línea o de instalaciones especiales para defenderla.

En la parte de la cordillera mas acá del Juncal, la nieve cae en abundancia en las zonas de alturas superiores a 2,000 metros, i se acumula en capas de uno a dos metros. Mas arriba, en los parajes en que está sometida a la accion de las tormentas i de las avalanchas, el espesor de la nieve alcanza a mas de seis metros.

En el valle de Aconcagua i en la quebrada que abre el paso de la Cumbre por el Juncalillo i el riachuelo de los Caracoles, las personas que frecuentan esos parajes en todas las estaciones, como ser los constructores de canales de irrigacion i del

camino de los Andes a Mendoza i los empresarios del mantenimiento de estas obras, están unánimes en decir que la nieve cae en un espesor como de un metro en Juncal (altitud 2,220 metros) i que forma una capa casi de tres metros en la parte alta, en la meseta de la Calavera (3,000 metros).

En ciertos lugares, el manto de nieve llega hasta seis metros i aun mas, pero son casos escepcionales.

La nieve que cae en tiempo de calma i con intermitencias, hasta un espesor de cincuenta centímetros a un metro, no es peligrosa para una línea férrea, a no ser que la estension en la cual se acumule sea mui larga; entónces se hace necesario el acarreo de esa nieve léjos de la via, operacion que resulta mui costosa.

Pero, en jeneral, puede mantenerse la circulacion de los trenes, por ejemplo, mediante el empleo de los bota-nieves que abren el paso a los convoyes o por medio de un servicio bien organizado para despejar la línea i las estaciones.

Al contrario la nieve que cae en tiempo de borrascas o que ha estado espuesta al sol o a la helada, se granula i este polvo que se desprende fácilmente del suelo es arrastrado por el viento o por ráfagas.

Si la línea está en terraplen o a nivel i en la llanura descubierta, la nieve levantada por el viento pasa sobre ella sin depositarse, pues franquea las ondulaciones del terreno cuya inclinacion no excede del 20%.

Pero en las entradas de los cortes i dentro de estos mismos o en otras partes, si la via se encuentra encajonada en un valle angosto, la nieve se

acumula algunas veces con una rapidez i abundancia asombrosas

Sigue a nivel del suelo o es arrojada en todas direcciones, pero el menor obstáculo (un árbol, un cierro, una capa de aire tranquilo) produce una pérdida de inercia en la masa en movimiento i la nieve cae en espacios reducidos, en donde se amonтона, ocasionando entorpecimientos en la circulacion de los trenes i llegando a veces hasta sepultarlos.

En los valles estrechos i tortuosos i en las rejiones de la cordillera, como se ha visto, la nieve puede acumularse en espesores extraordinarios.

En estas condiciones conviene recurrir a medios preventivos:

Si se establecen cierros en las partes de la línea en plano, estos deberán presentar muchos claros, para no crear obstáculos a la nieve.

En los cortes cuyas cercanías sean descubiertas deberán ponerse cierros hechos con durmientes viejos, quinchas, plantaciones, tapiales (caballeos), muros de tierra o piedra seca, pantallas fijas o movibles, etc. Todas estas instalaciones deberán estar a bastante distancia de la via para que no lleguen a ser perjudiciales, pues, deben constituir un obstáculo para la nieve o provocar la acumulacion de esta delante i detras no permitiendo que sea arras-trada i llegue hasta la línea.

En los lugares donde hai vientos reinantes i la nieve es mui abundante, se podrá cubrir la via con trabas abiertas por un lado o por galerías cerradas en parte.

En los puntos espuestos a huracanes i torbellinos, o en los valles estrechos, será talvez preciso

establecer galerías con aberturas laterales para la ventilacion i la luz, fáciles de desarmar durante la buena estacion.

Conviene notar, que encontrándose espuestas al sol las laderas situadas al sur en los valles del Aconcagua i Juncal i quebrada de Juncalillo, deben ser preferidas para la ubicacion de la línea, siempre que no haya alguna otra causa que recomiende el trazado por la otra ladera.

9.º—Esgurrimiento de las aguas

Las aguas de lluvias i de temporales forman, en esta rejion, torrentes que a veces alcanzan estraordinaria potencia i que arrastran el terreno por donde corren i hasta bloques de piedra de grandes dimensiones.

Ademas estas aguas, infiltrándose en el subsuelo, producen vertientes que ablandan i remueven el terreno en los puntos en que brotan.

Estas aguas son a veces tan abundantes que amenazan i aun destruyen las obras existentes en estos parajes; así, por ejemplo, trechos de 5 a 10 kilómetros del camino carretero de Los Andes a la Cumbre han sido cortados i destrozados por ellas.

Importa, pues, que en el establecimiento del ferrocarril, se consulten los puentes, acueductos, alcantarillas, zanjias i drenajes necesarios para facilitar el esgurrimiento. fácil i seguro de las aguas de tempestad de lluvias, de derretimiento de las nieves i de infiltraciones, i dar a las secciones de estas obras la holgura suficiente para evitar obstrucciones i accidentes.

10.º—Resúmen

a) LÍNEA HASTA EL JUNCAL

Las observaciones precedentes, que se refieren a las diversas dificultades de terreno, construcción i explotación de la línea Trasandina por el Juncal se resúmen en los siguientes tópicos para la sección de Los Andes hasta el Juncal.

- | | | |
|--|---|--|
| 1.º Dificultades del terreno i de la atmósfera | { | Valle sinuoso con angosturas, encajonamientos i escarpaduras: dificultades en el perfil i en el plano horizontal.
Rejion de hundimientos.
Rejion de caídas de nieve de poca abundancia o duración. |
| 2.º Dificultades de ejecución | { | Rocas duras; trabajos difíciles i costosos.
Pantallas de protección que establecer contra la nieve.
Faldeos de rocas dislocadas: revestimientos en túneles.
Taludes de cortes que sostener. |

3.º Dificultades de explotación

Costosa para la tracción de los trenes.

Puntos intermediarios de alimentación.

Derrumbamientos posibles en los cortes.

Nieves a veces abundantes en los faldeos, Norte i en el talweg, i ménos acumulacion en los faldeos Sur.

Pérdida de adherencia por la humedad.

b) LÍNEA DESDE EL JUNCAL HACIA LA CUMBRE

1.º Dificultades de terreno i de la atmósfera

Quebradas con escalones formados por los hundimientos de las faldas, i porte-zuelo a 4,000 metros de altitud: dificultades en los planos vertical i horizontal.

Paredes abruptas, rodados. Rejion de nevazones, avalanchas i tormentas.

2.º Dificultades de ejecución

Rocas duras: trabajos largos i costosos.

Rocas dislocadas en las faldas: revestimientos en los túneles.

Trasportes penosos.

Calor i falta de aire en los túneles largos.

- 3.º Dificultades de explotación....
- Ventilacion en los subterráneos.
 - Sujeciones de traccion.
 - Puntos intermediarios de alimentacion.
 - Temor de grandes rodados.
 - Nieves i aludes abundantes.
 - Aguas a veces abundantes o torrenciales.
 - Pérdida de adherencia por la humedad.

Debe reconocerse que las condiciones del problema del ferrocarril internacional trasandino, son en extremo escepcionales i numerosas.

Igualmente, los medios de vencer las dificultades deben ser necesariamente especiales i mas o ménos complicados; pero no deberian conducir a trabajos de difícil realizacion, ni de un carácter nuevo.

Las normas o condiciones del estudio del trazado i de las instalaciones serán concretadas en el proyecto de contrato para la concesion del ferrocarril, teniendo en cuenta las ideas i observaciones desarrolladas en el presente capítulo.

En resúmen, importa apartar todo temor de peligro i aun de interrupcion del tráfico en el ferrocarril trasandino; porque si la seguridad i normalidad de dicha línea llegase a ser puesta en duda, caeria en disfavor i su vitalidad se veria gravemente comprometida.

II

MATERIAL RODANTE

1.º— Locomotoras

a) CARACTERÍSTICAS

Las gradientes casi continuas que presentará el Trasandino i que podrán subir hasta 40 mm. en la parte de la línea en que se haga la traccion de los trenes por adherencia, i que serán mui superiores en la parte de cremallera, justifican la adopcion de locomotoras de caracteres determinados.

Su poder de traccion dependerá de la necesidad de formar trenes de peso bruto, no inferior a 100 toneladas, sin incluir el de la máquina.

La parte de la línea por simple adherencia i la en que se empleará la cremallera, tendrán un tipo de locomotora para toda clase de trenes, ya sean estos de pasajeros, mistos o de carga; pues las condiciones del tráfico no se diferenciarán sino en cuanto difieren los sistemas de traccion.

Podrá adoptarse el tipo único de máquina de cremallera, sistema Abt; pero existiendo ya locomotoras de adherencia en la seccion en actual explotacion, se indicarán las disposiciones de las dos clases de motores, deduciéndose las en servicio del número total que se indicará en el proyecto de contrato de la concesion.

Para la seccion con gradientes de 25 a 40 mm.

se adoptará un tipo de locomotora de mas o ménos 6,000 kilógramos de fuerza, i para el trayecto con gradiente de cremallera una del sistema misto Abt mas o ménos de 12,000 kilógramos.

Donde empieza la via de cremallera, se establecerá una estacion con taller para las máquinas especiales, destinadas solo a la traccion mista; pues allí se podrá, desde un principio o mas tarde, hacer las instalaciones hidráulicas necesarias para la traccion eléctrica i ademas se encontrarán allí también las cuadrillas i aparatos para el servicio de nieve, de manera que se reconcentrarán en ese punto las operaciones especiales de la traccion i de la explotacion.

Miéntras las necesidades del tráfico sean pocas, será posible asegurar el servicio de traccion con tres lócomotoras de cada tipo.

Una regla que debe observarse en este ferrocarril de fuertes gradientes, es la de disminuir en lo posible el peso muerto i, por consiguiente, adoptar locomotoras-tenders.

Ademas estas máquinas deben trabajar en condiciones semejantes; en las secciones en que sean demasiado poderosas para el arrastre de los trenes livianos, podrán tomar una velocidad mayor.

Así en las gradientes de 25, 40 i 80 milímetros por metro, podrán alcanzar respectivamente las velocidades máximas de 30, 20 i 10 kilómetros por hora.

Para asegurar las detenciones inesperadas de los trenes en las gradientes fuertes i para evitar las velocidades exajeradas que pueden adquirir en las bajadas pronunciadas, la máquina deberá ir provista de frenos poderosos.

A la salida de la cremallera se colocará la máquina en la parte de atrás del tren, o bien deberá dotarse a los vehículos con frenos especiales para la cremallera.

b) DISPOSICIONES PRINCIPALES

Sentados estos preliminares, se pueden fijar las disposiciones esenciales de las máquinas.

Las locomotoras de adherencia para trenes livianos de pasajeros o mistos, andando a 30 kilómetros en la gradiente de 25 milímetros i a 20 en la de 40 milímetros, tendrán un peso adherente total de 30 toneladas repartido sobre tres ejes acoplados.

Las locomotoras de cremallera tendrán 33 toneladas de peso adherente sobre tres ejes acoplados con un cuarto eje radial o boggie simple i el mecanismo independiente para la tracción con engranajes o piñones; los órganos de engranaje no bajarán a un nivel inferior a 0.05 metro, encima de los rieles de la vía.

Si el trazado de la línea no presenta curvas demasiado cerradas (125 metros) se podrá, una vez que el tráfico aumente, adoptar locomotoras de cuatro ejes acoplados i organizar trenes mas pesados i así obtener una capacidad de transporte sin multiplicar el número de convoyes.

En cuanto a los medios de frenaje, consistirán en:

Frenos de mano.

Frenos automáticos.

Como ejemplos, van indicados en el cuadro adjunto algunas disposiciones i dimensiones principales para las locomotoras.

DIMENSIONES PRINCIPALES

TIPOS		Locomotoras por adherencia		Locomotoras de cremallera de 3 bandas dentadas		OBSERVACIONES
Vía.....	Peso del riel.....	20 a 25 kilogramos				por metro corrido.
	Distancia de los durmientes.....	0.70 » 0.73				metros.
	Radio de la curva mas cerrada.....	100		125		»
Máquina.....	Peso adherente medio.....	28	28	31	31	Toneladas.
	Número de ejes acoplados.....	3	3	3	3	»
	Peso máximo por eje acoplado.....	9.3	9.3	11.6	11.5	»
	Coefficiente de adherencia.....	1/6	1/5	1/6	1/5	Eje trasero.
	Peso muerto del eje.....	30	30	40	40	»
	Peso total del marco rígido.....	3.10	3.10	3.10	3.10	metros
	Diámetro de las ruedas motrices.....	0.90	0.90	0.90	0.90	»
	Velocidad en kilómetros por hora.....	30	30	20	20	en adherencia.
	» en metros por segundo.....	8.33	8.33	5.55	5.55	»
	Número de vueltas de rueda por segundo....	2.95	2.95	1.97	1.97	»
Cilindro.....	Largo.....	0.50	0.50	0.50	0.50	metros.
	Diámetro.....	0.36	0.38	0.38	0.42	»
	Seccion.....	10.16	11.33	11.33	13.85	centímetros cuadrados.
Caldero.....	Superficie de calefaccion.....	68	75	2.º i el	2.º i el	metros cuadrados.
	Superficie del fogon.....	5.70	6.25			»
	Estension de las parrillas.....	1.24	1.38			metros.
	Diámetro del caldero.....	1.00	1.05			»
Tubos.....	Diámetro interior.....	44	44	2 ejes con piñones i 3 bandas de dientes entre el 2.º i el 3.º eje motor.	2 ejes con piñones i 3 bandas de dientes entre el 2.º i el 3.º eje motor.	milímetros.
	Espesor.....	3	3			»
	Largo.....	3.20	3.20			metros.
	Número.....	1.34	1.50			milímetros.
Cañería.....	Intervalo.....	18 a 22	18 a 22	2 ejes con piñones i 3 bandas de dientes entre el 2.º i el 3.º eje motor.	2 ejes con piñones i 3 bandas de dientes entre el 2.º i el 3.º eje motor.	milímetros.
	Toma de vapor.....	102	113			milímetros.
	Cañería principal.....	...	...			»
	Cañería bifurcada.....	76	85			»
Chimeneas.....	Diámetro del escape.....	0.095	0.10	2 ejes con piñones i 3 bandas de dientes entre el 2.º i el 3.º eje motor.	2 ejes con piñones i 3 bandas de dientes entre el 2.º i el 3.º eje motor.	metros.
	Altura sobre los tubos de humo.....	1.35	1.40			metros.
	Orificio superior.....	0.38	0.40			»
	Orificio inferior.....	0.34	0.36			Altura total de la locomotora 3.ª 80.
Válvula de vapor...	Largo } Admision.....	36	38	2 ejes con piñones i 3 bandas de dientes entre el 2.º i el 3.º eje motor.	2 ejes con piñones i 3 bandas de dientes entre el 2.º i el 3.º eje motor.	milímetros.
	Ancho }	27	29			»
	Largo } Escape.....	36	38			»
	Ancho }	40	44			»
Presion máxima.....		10	10	10	10	Kilóg. por milím. cuadr.
Rendimiento en la llanta.....		0.70	0.70	0.70	0.70	Kilogramos.
Fuerza máxima en la llanta.....		5.000	6.000	5.500	6.600	Metros cúbicos.
Capacidad del estanque de agua.....		4	4	6.5	6.5	Toneladas.
Capacidad del depósito de carbon.....		1.5	1.5	2	2	

c) TRACCION ELÉCTRICA

Si el ferrocarril trasandino por el Juncal no puede trepar el cordón de la cordillera de Los Andes con túneles de fuerte gradiente relativamente cortos, queda dudoso el problema de la ventilación.

Por lo tanto, conviene que en el proyecto se consulte la hipótesis de la tracción por la electricidad, desde el Juncal hasta la estación común.

Este servicio no podrá ser causa de dificultades en las operaciones del intercambio de material de transporte, coches, carros i vehículos especiales.

En el proyecto para las instalaciones del servicio de tracción eléctrica, se incluirán los planos, memoria i presupuestos correspondientes a la toma de agua, motores hidráulicos, turbinas, conductores de corrientes, preservación de éstos contra los depósitos que puedan originar pérdidas de fuerza por contactos defectuosos, la humedad, los temporales, etc.

Las disposiciones i dimensiones principales de las locomotoras consultadas para el remolque de los trenes en el trayecto con gradiente de cremallera, quedarán las mismas, pero deberán tener los aparatos necesarios para su nuevo destino, a saber: motores eléctricos i el dispositivo para la o las tomas de corriente.

Las normas generales de las locomotoras van indicadas en el proyecto de contrato.

2.º—Material de transporte

a) COCHES

Como para las locomotoras, importa suprimir en el material de transporte el peso muerto inútil en línea de gradiente pronunciada, de manera que se obtenga el mayor rendimiento posible de los coches i carros.

Sin embargo, en los coches de pasajeros, conviene ante todo consultar la seguridad i comodidad del público.

Habría:

Coches de 2 ejes:

2 de 1.^a clase.

2 de 2.^a »

2 furgones.

Coches de 4 ejes:

2 coches salones.

2 » de 1.^a clase.

2 » de 2.^a »

2 » mistos de 1.^a i 2.^a clase.

4 furgones.

b) Carros

En cuanto a los carros serán de dos ejes, con escepcion de algunos de boggie con peso muerto reducido i elevada proporcion de capacidad.

Habría:

80 carros de 2 ejes: 20 de cajon i 60 cerrados
i de rejas.

20 carros de boggie: 10 planos i 10 cerrados.
10 furgones de 2 ejes.

Los carros tendrán frenos automáticos que puedan maniobrarse a mano.

Se deducirán de estos números, los vehículos en actual servicio en la seccion ya construida i que corresponden mas o menos a las normas principales de los coches, carros i furgones que se indican en el proyecto de contrato.

3.º—Maestranza i dependencias en los Andes

Existe en Los Andes, estacion cabecera de la seccion del trasandino en actual esplotacion, una maestranza con sus anexos i maquinarias; para el servicio de la línea hasta la Cumbre, se necesitarán complementos de edificios, instalaciones i herramientas para la reparacion del material de traccion i de transporte.

En el proyecto de contrato se indica todo lo indispensable a este fin, de modo que habrá que deducir lo existente.

4.º—Taller en el Juncal o Rio Blanco

Igualmente se señalan, en el mismo proyecto de contrato, las disposiciones jenerales del taller para establecer en el Juncal o en Rio Blanco para el servicio de las locomotoras de cremallera.

III

EXPLOTACION

1.º—Servicio de los túneles

Ya se ha indicado que en la ventilacion de los túneles largos que necesitará el establecimiento del Trasandino, queda un punto dudoso, por lo ménos si su longitud es mui grande.

En efecto, la existencia de gradientes de cremallera en estos túneles, va a crear a la explotacion de la línea condiciones escepcionales que no se han presentado hasta ahora.

Sin embargo, con las normas que se han estudiado i que serán impuestas en el contrato o a lo ménos recomendadas para el estudio del proyecto, es de esperar que los túneles serán suficientemente cortos para subsanar inconvenientes graves; en caso contrario habria que emplear probablemente aparatos de ventilacion como los de Saccardo, experimentados en el túnel de Bologne a Luques de via única, con una longitud de 2,727 metros i 24 milímetros de gradiente; en la peor eventualidad el sistema de traccion por la electricidad salvaria las dificultades o talvez el empleo de un combustible especial.

Pero aun obtenida la aereacion de los túneles o evitada la produccion de humo, queda por contemplar un punto de gran importancia que es el de la humedad que se producirá en estos subterráneos, la que tendrá como consecuencia una re-

duccion considerable del coeficiente de traccion de las locomotoras.

En efecto, es fácil darse cuenta de las dificultades que presentará al servicio de trasportes un estado de humedad, ya sea este permanente o por lo ménos frecuente, tratándose de una línea en que los trenes tendrán solo un tonelaje de unas 100 toneladas.

En vista de esto, se ve la importancia que hai para exigir un proyecto de ferrocarril con túneles lo mas corto posible, lo que ademas tendria la ventaja de reducir el tiempo de construccion i el precio de la obra; de hacer practicable una ventilacion segura, aun artificial i evitar la traccion eléctrica, así como tambien, i esto es de mucha importancia, la gran disminucion de adherencia.

2.º—Nieves i neblinas

Así mismo, se señalaron anteriormente los tropezos que ocasionarán las nevazones en el valle del Aconcagua i en la rejion de la cordillera, indicando, a la vez, los medios corrientes i especiales para evitar sus inconvenientes mas graves, es decir las interrupciones del tráfico.

Aun se puede esperar que con los nuevos sistemas de bota-nieve en uso hoy dia, no serán indispensables los abrigos i galerías de proteccion contra las nieves, lo que seria tanto mas favorable cuanto que la misma reduccion del coeficiente de adherencia se produciria tambien en estas partes cubiertas. A pesar de todo, subsiste el inconveniente de la humedad que orijinarán las nevazones

nieves, neblinas i pequeñas lluvias que pueden ser frecuentes en estos parajes, fenómenos que tendrán por efecto reducir el tonelaje de los trenes.

Como la pérdida de frotamiento es relativamente menor en la via de cremallera que en la via corriente, no debe ponerse como condicion imprescindible la de realizar un trazado con gradiente de simple adherencia hasta el Juncal, tanto mas, cuanto que una línea de cremallera en este trecho, podria ubicarse casi en todo su desarrollo, sobre la orilla sur del rio Aconcagua en la cual el sol derrite prontamente la nieve.

De todos modos, ese estado de humedad a la cual estarán espuestos los rieles del Trasandino, debe considerarse como una circunstancia mui desfavorable i las máquinas deberán tener los aparatos necesarios para echar arena u otros dispositivos con el objeto de obviar en lo posible dicho inconveniente.

3.º—Equipo

Varias otras particularidades de esplotacion se presentarán en la seccion chilena del Trasandino, tales como las del servicio de máquinas i del material rodante.

En las gradientes de cremallera, la locomotora se pondrá atras del tren, de modo que para la bajada siguiente debe invertirse; por esta razon hai que establecer un desvio o una torna-mesa en la Cumbre.

Sin embargo, como los rodados i la nieve pueden esponer el tren en las partes que no estén cubiertas, si las hubiere, seria de desear que los

vehículos estuviesen provistos de frenos para la cremallera a fin de permitir a la locomotora tomar la cabeza del tren.

Como ya se han fijado las demas disposiciones del material rodante, no volveré a tratar de este punto, sino para hacer presente que su intercambio será probablemente necesario.

4.º—Itinerarios

Otra circunstancia especial de la explotacion de la seccion chilena del trasandino, es la duracion que tendrán los itinerarios de los trenes.

Con el actual servicio de ferrocarril hasta el Salto del Soldado, coches hasta el Juncal, coches o mulas hasta las Cuevas i tren hasta Inca, el viaje dura un dia, es decir que el viaje de Santiago o Valparaíso hasta Buenos Aires exige solamente 71 horas.

Aun podrian los pasajeros pasar la noche en el Juncal e ir al dia siguiente a Mendoza, lo que acortaria ya el viaje de una parte de dia i una noche o reduciria el tránsito del Océano Pacífico al Atlántico a 60 horas.

Con el Trasandino de los Andes a Mendoza trepando la Cumbre, la duracion del trayecto del Salto del Soldado a Las Cuevas no se acortará en mucho, de modo que es en el estudio de itinerarios bien ajustados al tránsito, donde se podrá ganar algo en el viaje internacional.

Sin embargo el ferrocarril presentará las siguientes ventajas: ménos molestias para los pasajeros, menores gastos, mayor poder de transporte de mer-

caderías, mas regularidad i continuidad en el servicio de tránsito, al ménos si este se mantiene durante todo el año.

5.º—Seguridad

Se obtendrá esta por la adaptacion de frenos automáticos a la locomotora, coches, carros, es decir a todo el tren i de frenos de mano para los casos escepcionales.

En las partes de cremallera, la locomotora se pondrá atras.

Un señalista se colocará en el primer vehículo con bandera i cuerno de señales i que pueda obrar con facilidad sobre los frenos en caso de peligro.

Esta última precaucion se evitaria colocando la locomotora a la cabeza del tren, lo que no podria admitirse sino empleando frenos especiales de cremallera (véase mas arriba).

Así mismo, los puntos de derrumbes i avalanchas de la línea deberán ser vijilados durante las horas de servicio.

IV

CONEXION CON EL TRASANDINO ARJENTINO

1.º—Trazado

Es evidente que los estudios del trazado de la seccion chilena del ferrocarril trasandino en la par-

te correspondiente a la frontera deben hacerse de acuerdo con el trazado de la seccion argentina.

2.º—Ejecucion de los trabajos

Así mismo, la ejecucion de los trabajos del túnel de la Cumbre, comun a ámbos territorios, tiene que iniciarse de uno i otro lado, de acuerdo entre las dos empresas concesionarias.

3.º—Esplotacion

Igualmente, es de la mayor importancia que la obligacion de mantener el tráfico de los trenes durante todo el año, exista para ámbos esplotantes.

5.º—Intercambio del material rodante

Importa tambien conocer las condiciones de uso de las locomotoras, para determinar las instalaciones que se deben establecer en la frontera, i las del intercambio del material de trasporte que debe seguir viaje de una seccion a otra.

5.º—Diversos

Por fin, hai cuestiones de tarifas, contabilidad, operaciones de aduanas, etc., que conviene examinar desde luego, para determinar las bases de las propuestas que deben pedirse en Chile.

Por estos motivos i con el objeto de estudiar la línea i sus servicios en la seccion argentina, fui comisionado por el Supremo Gobierno para conferenciar con el señor Administrador Jeneral de este ferrocarril.

De mi cometido, doi cuenta en un informe separado (núm. 3) en que espongo los detalles de las cuestiones examinadas i propongo el testo de las cláusulas que deben insertarse en el Contrato de la Concesion, autorizada por la Lei núm. 1588 de 14 de febrero del presente año.

V

EJEMPLOS DE TRAZADOS

1.º—Trazados de la concesion Clark i otros

Segun los decretos de 26 de julio de 1887; 11 de enero i 16 de noviembre de 1889; 2 de abril, 31 de julio i 18 de octubre de 1890, el Gobierno aprobó el trazado del ferrocarril hasta el kilómetro 48.600.

Los planos correspondientes a este trazado no existen ni en el archivo del Ministerio de Industria i Obras Públicas ni en el de la Direccion Jeneral de Obras Públicas.

Los documentos que se han podido encontrar hasta la fecha, son los siguientes:

Núm. 1.—*Plano jeneral de la Traza desde Mendoza hasta Los Andes*, a una escala de 0,005 me-

tro por kilómetro, con un perfil longitudinal, a la escala de 0,002 metro por kilómetro para las distancias horizontales i de 0,0005 metro por cada 10 metros para las verticales; sin indicacion de autor, propietario, ni fecha.

Este ante-proyecto no indica datos sobre el número i largo de los túneles.

Proyecta un trazo entre Rio Blanco i el Juncal como de 16 kilómetros, de los cuales 2,5 son en cremallera de 80 milímetros i 10 en cremallera de 55 milímetros; continúa con un trazado de 14 kilómetros hasta la Cumbre, de los cuales 12,500 kilómetros son en cremallera de 80 milímetros subiendo hasta la cota aproximativa de 3,200 metros.

Núm. 2.—*Ferrocarril trasandino Clark. Paso de la Cumbre.* Perfiles de los proyectos Waring-Davis, Olivieri, Schatzman i Baggallay.

Escalas { horizontal 0.02 metro por kilómetro
vertical 0.002 metro por 10 metros.

Núm. 3.—*Ferrocarril trasandino. Paso de la Cumbre.* Plano comparativo de los diversos proyectos. Escala 0.05 metro por kilómetro.

Ademas de los trazados correspondientes a los perfiles indicados en el plano anterior, figuran en este los trazados Mardonez, Pretot-Freire, etc.

Ambos planos solo dan trazados en la seccion desde el Juncal hasta mas allá de la Cumbre.

Aparentemente varios de estos trazados son el resultado de simples reconocimientos. Sin embargo conviene hacer el análisis de estos antecedentes.

Trazado Waring-Davis.—Por adherencia, desarrollándose desde el Juncal hasta las Cuevas por

las quebradas i cerros; túnel de 3,350 metros a la cota 3,530 metros; la longitud total de este trazado es de 37 kilómetros hasta la frontera.

Trazado Olivieri.—Por sistema Agudio, con gradiente de 250 milímetros por metro desde el Juncal hasta una altitud como de 3,000 metros i en seguida aparentemente por adherencia; túnel de 3,000 metros a la cota 3,220 metros; el desarrollo, que presenta dos retrocesos, es de poco mas de 9 kilómetros hasta la línea fronteriza.

Trazado Schatzman.—Por cremallera, con una serie de túneles de una longitud total de 13,677 metros; el de la Cumbre tiene 5,665 metros a la cota 3,190; el desarrollo total, desde el Juncal hasta la frontera, es de unos 14 kilómetros.

Núm. 4.—*Trasandino Clark.* Túneles de la Cumbre. Variante Baggallay. Escala 0.20 metro por kilómetro.

Núm. 5.—*Perfil correspondiente.* Escala de distancias 0.20 metro por kilómetro, de alturas 0.005 metro por 10 metros.

Corresponden estos planos al mismo proyecto Schatzman modificado por el señor Baggallay que acortó los túneles a partir del de la Calavera, teniendo el de la Cumbre solo 2,500 metros a la cota 3,300.

Otros trazados.—El plano núm. 3 indica todavía cinco trazados mas, sin los perfiles correspondientes, con desarrollos de 12 a 16 kilómetros entre diversos puntos de los valles del Juncal i Las Cuevas, en línea recta, pero enteramente en túnel.

Los informes evacuados por Comisiones especiales i las tasaciones hechas sobre la seccion ya construida del Trasandino, no se han encontrado.

2.º—Seccion arjentina en esplotacion

Estando construida i en esplotacion una gran parte del ferrocarril Trasandino de los Andes a Mendoza, del otro lado de la frontera, parece que bastaria adoptar las disposiciones que se han estudiado allí.

En efecto, los problemas que orijinaron su construccion i esplotacion fueron resueltos con acierto i todos los servicios de la línea están bien organizados: en todas partes se nota orden, arreglo, puntualidad, aseo i observancia de los reglamentos.

Pero es de advertir que el caso de la seccion chilena no es el mismo, pues a este lado de la Cumbre hai que salvar la misma altura en un corto trecho, siendo el valle mas angosto i las quebradas mas escabrosas; de modo que las condiciones del problema son distintas.

La línea presentará declives pronunciados en estensiones largas, curvas cerradas i seguidas; túneles numerosos i relativamente largos en cremallera, con dificultades para la traccion i la ventilacion; peligro de rodados escarpados; la nieve cae en mas abundancia i con mas persistencia i por fin, habrá mas pérdida de adherencia sobre los rieles por el efecto de la humedad.

Así mismo el problema de la traccion i tonelaje de los trenes es diferente, pues en lugar de trenes de 70 toneladas en gradiente de 60 mm., se trata de organizar trenes de 90 a 100 toneladas en cremallera de 80 milímetros.

Los diversos proyectos que he examinado con-

sultan o trazados mui largos, en gran parte a cielo abierto, en rejiones espuestas a abundantes nieves, o trazados con túneles largos, de modo que la duracion de su construccion queda indeterminada, i las dificultades del servicio de nieve de la línea o de ventilacion de los túneles no se han tomado debidamente en cuenta.

3.º—Trazado de la Compañía Constructora del Trasandino

Ya en el segundo informe que evacué sobre el «Ferrocarril Trasandino por el Juncal» examiné este proyecto de trazado entre el Juncal i la Cumbre.

Tiene la ventaja de acortar mucho los túneles i se aproxima a las normas que he recomendado como base de la propuesta que debe presentarse a la licitacion pública relativa a la concesion.

Sin embargo, los túneles de falda resultan todavía largos, así como tambien el desarrollo total de la línea i creo posible que se encuentre un trazado que se acerque mas a las disposiciones aludidas.

Despues del anuncio de las bases de la licitacion para conceder la construccion i explotacion de la parte chilena del trasandino, el Gobierno podrá ordenar el estudio de un anteproyecto enteramente conforme a las normas recomendadas.

Este importante trabajo serviria de criterio para compararlo con los que se presentarán en las propuestas.

VI

COSTO

1.º—Cantidades de obras

Ya se ha visto en el párrafo 3.º del primer informe que evacué el 16 de Febrero último sobre el Trasandino por el Juncal, al tratar de la «Lei de Concesion» que el costo del ferrocarril iniciado por Clark, se habia avaluado desde 8.000,000 hasta 20.000,000 de pesos.

En efecto, este costo puede variar mucho, segun las condiciones de su perfil longitudinal i trazado; la altura de la línea, el número i largo de los túneles e importancia de sus revestimientos; la forma i longitud de los abrigos contra la nieve, etc.

Manifiestan estas cifras lo conveniente que seria determinar el capital que puede garantizar el Estado para la ejecucion de esta obra. Pero sin tener a la vista un proyecto del ferrocarril, no es posible calcular exactamente ni las cantidades, ni el precio de las diversas categorías de obras por ejecutar.

Sin embargo, es indispensable estimar el costo de la concesion aunque fuera aproximativamente.

En consecuencia, los proponentes que presenten ante-proyectos deberán indicar las cantidades de obras por efectuar, teniendo en cuenta que la seccion ya construida de los Andes al Salto del Soldado, necesitará ciertos complementos de instalaciones i material con motivo de su prolongacion hasta unirse en la frontera con la seccion arjentina i de comprender la estacion principal de la línea.

2.º—Costo del ferrocarril

En cuanto a los precios correspondientes a estas cantidades de obras, no es indispensable conocerlos en detalle, puesto que la suma alzada, valor de la concesion, ha de ser fijada i suscrita por el constructor, de modo que no se debe exigir que los proponentes indiquen los precios parciales alzados correspondientes.

Pero es útil que el Gobierno tenga bases exactas de apreciacion al hacer el exámen de las propuestas, para lo cual debe ordenarse, en tiempo oportuno, el estudio de los precios para preparar ese exámen i tomar despues una resolucion definitiva con pleno conocimiento de causa.

Aun mas, si hace estudiar un ante-proyecto conforme a las condiciones jenerales recomendadas, podrá obtener el costo mínimo del ferrocarril, disponer así de antecedentes propios i facilitar de esta manera la resolucion de las propuestas.

2.º—Serie de los precios unitarios

Debe reservarse el Gobierno la facultad de hacer ciertas modificaciones al proyecto definitivo, que será elaborado por el concesionario despues de la licitacion, en lo relativo a la profundidad de las fundaciones de las obras, la longitud de los revestimientos de los túneles, de los abrigos contra la nieve i tambien en cuanto a la necesidad de trabajos eventuales que aseguren la estabilidad, duracion

o mejor aprovechamiento de las instalaciones, así como tambien debe facultársele para suspender la ejecucion de obras reconocidamente inútiles.

En consecuencia, es necesario que los proponentes fijen precios unitarios para la mayor parte de las obras.

Ademas, la determinacion en la propuesta de los precios unitarios de las obras constituye una nueva garantía de seriedad, por cuanto para hacerla, los interesados deben reconocer el terreno, clima, naturaleza de los materiales, procedencia de ciertos artículos, condiciones de transporte, recursos de la zona en brazos, etc.

Deberán indicar las variaciones o los términos medios que resultarán de las fluctuaciones que puedan experimentar los precios de los trabajos, segun la naturaleza de los terrenos, la inclinacion de los taludes de los cortes, el largo de los túneles, la categoría de los heridos i fundaciones, la clase de mampostería de las obras de arte i edificios, etc.

En consecuencia, se fijará la forma en que se presentarán dichos precios unitarios en el proyecto de contrato.

Quedará entendido que los precios unitarios comprenderán la entrega de los materiales, los gastos de transporte, su depósito o colocacion en los puntos en que han de emplearse, i la obra de mano hasta la completa terminacion de los trabajos.

4.º—Primas

Estoi evacuando el estudio sobre la connexion del Ferrocarril Trasandino, tal como lo plantea la

Lei núm. 1588 de 14 de febrero de 1903, es decir, sin poseer un proyecto de la obra; pero, conforme a los desarrollos anteriores, indicaré en la última parte del presente informe en el «Contrato de Concesion», las condiciones de la propuesta o del ante proyecto, los planos i documentos del proyecto definitivo i demas cláusulas de la cuestion.

Cabe aquí una observacion de importancia.

Dicha lei, en su artículo 9.º, autoriza al Estado para comprar el ferrocarril dentro de los cinco años despues de su conclusion, por la suma garantizada mas 10%; esta obligacion de parte del concesionario puede esponer el capital invertido por él a quedar sin la compensacion suficiente, por la pérdida de intereses durante los años de construccion.

En estas condiciones el negocio no puede ofrecer un aliciente para atraer propuestas i es medida de prevision contemplar el caso que no se presente ninguna.

En esta hipótesis se habria retardado la solucion del problema i el Gobierno se veria probablemente en la obligacion de reformar la lei o aceptar la idea que emití en mis informes núm. 2 B de enero de 1898: *Líneas férreas por construir por el Estado* (páj. 31) i núm. 3 B de julio de 1898: *Líneas no explotadas por el Estado*, (pájs. 30 i 31) i que consiste en que el Estado construya la línea por su cuenta i arriende su explotacion.

Ademas, ese era el criterio que tenia el Gobierno el año 1898, al nombrar, por decreto núm. 277 de 11 de marzo de dicho año, una comision para resolver la cuestion de la prolongacion del Trasan-dino hasta la Cumbre, el cual decia: «Que el Gobierno de acuerdo con opiniones vertidas en el Con-

greso, ha resuelto que el Ferrocarril Trasandino por Uspallata sea construido por cuenta del Estado.»

Pero entretanto, conviene ver modo de subsanar el inconveniente señalado i creo que la Lei promulgada, no obsta a la adopcion de una disposicion tendente a este propósito, i que consistirá en acordar el interes del 5% sobre cierto porcentaje del capital, con la condicion que el concesionario adelante los plazos de establecimiento e inauguracion de las diversas secciones; estas primas de garantía serán, por ejemplo, de 1% del valor de cada seccion, hasta un total de 10% del capital suscrito, no debiendo éste exceder de 1.500,000 libras como lo estipula la Lei de Concesion.

Las ideas espuestas en los cuatro primeros informes que he evacuado sobre el Ferrocarril Trasandino, para preparar las bases de su concesion con garantía de interes, i las normas que formularé en el proyecto de contrato relativo a la concesion (Sesto informe), permiten encontrar un trazado casi único i de fácil determinacion; pero no es demasiado augurar que es poco probable que los proponentes hagan practicar operaciones prolijas sobre el terreno, sea cual fuere el plazo para presentar las propuestas, i seria apartar interesados el exigir imperiosamente un ante-proyecto, puesto que costaria mucho, sin ofrecer compensacion a los gastos i aun al concesionario podria no reportarle provecho alguno, si no se establece un aliciente adecuado, como el de las primas aludidas.

VII

SECCION YA CONSTRUIDA

Estando establecida i en esplotacion la seccion del Trasandino desde Los Andes hasta el Salto del Soldado en una estension de 28 kilómetros, conviene aprovechar la línea con sus dependencias i material rodante (Art. 4.º de la Lei de Concesion).

Sin embargo, para que toda la línea tenga uniformidad en sus disposiciones principales, conservacion i esplotacion, conviene que se introduzcan en ella, las modificaciones i mejoras que corresponden a las normas impuestas para la seccion por construir hasta la frontera.

En consecuencia, en las cláusulas del contrato relativo a la concesion del ferrocarril, se consultarán los artículos del caso.

VIII

NECESIDAD DE LAS BASES DE CONCESION

1.º—Garantía de interes sin descuento

Las normas del trazado del ferrocarril, las disposiciones de su material rodante i las condiciones de sus servicios de transporte se formularán, segun

el estudio anterior, en el proyecto de contrato para la construccion i explotacion de esta línea (véase último informe).

Podria pensarse que no es indispensable consultar cláusulas detalladas i que bastaria hacer la concesion como para otros ferrocarriles particulares.

Pero es de advertir, que para las líneas concedidas hasta ahora i aun para el Trasandino que habia sido autorizado por Lei de 14 de Marzo de 1887, se ha acordado un interes sobre el capital con descuento de explotacion, atribuyendo una parte de las entradas para costear los gastos de servicio hasta un cierto porcentaje (por ejemplo 55 %) i reservando el sobrante para la dotacion de dicho capital; así el Estado no otorga la garantía sino sobre la diferencia de interes i aun, recupera los desembolsos hechos, cuando los resultados de la explotacion corresponden a una tasa de interes determinado.

En el caso actual del Trasandino, la Lei de 14 de Febrero último, consulta un interés de 5 % sobre el capital de establecimiento durante 20 años, sin descuento, o, por lo ménos, sin fijar un porcentaje para el descuento, de modo que si se establece éste, corresponderá sin duda, a la utilidad que resulte de las entradas i gastos totales anuales del ferrocarril.

En estas condiciones, se comprende que el Gobierno tenga que exijir obras adecuadas i estables. Esta obligacion del Gobierno se impone tanto mas cuanto que, segun la lei aludida, se reserva la facultad de comprar la línea poco tiempo despues de su establecimiento.

Sin embargo, se podria creer que debiendo el concesionario mantener la línea espedita todo el

año, bajo pena de multa, está en su propio interés ejecutar los trabajos segun las reglas del arte; pero si cláusulas bien definidas no le imponen las obligaciones respecto de la forma i estabilidad de las obras, es de temer que se limite a efectuar los trabajos estrictamente indispensables para que se pueda hacer un servicio regular, i que no se preocupe de la calidad i duracion de los materiales e instalaciones, puesto que de este modo ya obtendrá, sobre el capital de la concesion, una utilidad inmediata en el negocio.

Por fin, importa recordar que en la construccion del Ferrocarril Trasandino i principalmente en su explotacion, hai problemas cuyas soluciones no se han presentado aun en la práctica.

Por estós diversos motivos, el contrato relativo a la concesion del Ferrocarril Trasandino por el Juncal, debe contener las bases jenerales del proyecto de la línea i las disposiciones principales de las obras, así como las cláusulas relacionadas con la explotacion, o por lo ménos, determinar las exigencias mínimas que el Estado tiene derecho para imponer en el establecimiento del ferrocarril o en sus diversos servicios.

Dentro de este órden de ideas, he elaborado las bases que figuran en el proyecto de contrato aludido.

2.º—Nuevo aspecto del asunto

Considerando el resultado de los estudios desarrollados en los diversos informes evacuados sobre la cuestion del Ferrocarril Trasandino por el Juncal i atendiendo a que el Estado dispone de planos co-

respondientes a la parte difícil de la línea, resulta que con las normas recomendadas, el problema no queda indeterminado en cuanto a la construcción.

En efecto hai dos trazados límites admisibles, que son los siguientes:

1.º El primero que comprende una parte de la línea de adherencia hasta el Juncal i el resto hasta la frontera, como está proyectado por la Compañía Constructora del Trasandino.

2.º El segundo que consta de una sección de adherencia i cremallera entre Rio Blanco i el Juncal i para el resto, del mismo proyecto de la Compañía Constructora modificado segun lo indicado en mis Informes números 2 i 4 de 25 i 29 de mayo último.

En estas condiciones, tampoco el costo de la sección chilena del Trasandino queda a oscuras, pues comparando con el proyecto de Clark avaluado mas o ménos en 20,000,000 de pesos de 18 peníques, se puede deducir que el primer trazado aludido costaria mucho ménos i el segundo aun ménos.

Ademas, resulta de estos antecedentes que el tiempo de la ejecución del ferrocarril, puede acortarse a 5 o 6 años.

Por otra parte el tiempo del estudio sobre el terreno se disminuirá considerablemente, puesto que los proponentes tendrán indicaciones sobre el trazado de unos 20 kilómetros, que quedan por estudiar en un valle que no admite sino pocas variantes, i planos para elegir trazados en la zona en donde el problema es difícil: de modo que en definitiva si se atiende a estas consideraciones i a que entre Los Andes i el Juncal hai ménos de la mitad por hacer i que

esta seccion no figura sino por el 20% en la Lei de Concesion, lo indeterminado del negocio se reduce a ménos del 10%.

Por eso, en vista de que dicha lei no ofrece aliente suficiente a la concesion por motivo del rescate posible dentro de los cinco años i que en estas condiciones desfavorables puede suceder que no se presente ningun interesado a la licitacion, hai conveniencia en acortar el plazo para la presentacion de las propuestas i resolver estas en el presente año, para permitir así modificar dicha lei o adoptar algun otro temperamento, como se indica en el presente informe.

Por lo demas, esta disminucion de plazo para la licitacion es oportuna, aun admitiendo que se presentaran propuestas i que una fuera aceptada, porque el año acordado para la formacion del proyecto definitivo, principiara cuando todavia quedan unos tres meses de verano i terminara en una época en la cual se pueden iniciar los trabajos; mientras que con la fecha del 1.º de mayo, despues de confeccionado el proyecto detallado empieza el invierno.

