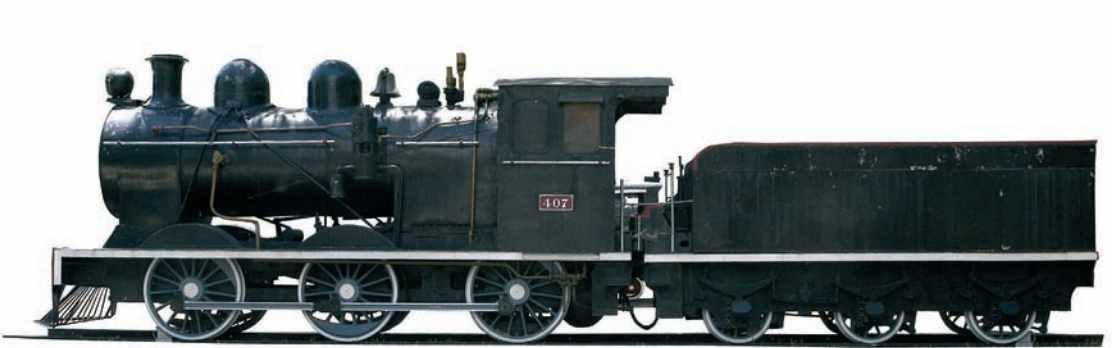




MONOGRAFÍA DE LAS LÍNEAS FÉRREAS FISCALES

Ministerio de Industria
y Obras Públicas



BIBLIOTECA FUNDAMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHILE

CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
BIBLIOTECA NACIONAL

BIBLIOTECA FUNDAMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHILE

INICIATIVA DE LA CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN,
JUNTO CON LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
Y LA DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS

COMISIÓN DIRECTIVA
GUSTAVO VICUÑA SALAS (PRESIDENTE)
AUGUSTO BRUNA VARGAS
XIMENA CRUZAT AMUNÁTEGUI
JOSÉ IGNACIO GONZÁLEZ LEIVA
MANUEL RAVEST MORA
RAFAEL SAGREDO BAEZA (SECRETARIO)

COMITÉ EDITORIAL
XIMENA CRUZAT AMUNÁTEGUI
NICOLÁS CRUZ BARROS
FERNANDO JABALQUINTO LÓPEZ
RAFAEL SAGREDO BAEZA
ANA TIRONI

EDITOR GENERAL
RAFAEL SAGREDO BAEZA

EDITOR
MARCELO ROJAS VÁSQUEZ

CORRECCIÓN DE ORIGINALES Y DE PRUEBAS
ANA MARÍA CRUZ VALDIVIESO
PAJ

BIBLIOTECA DIGITAL
IGNACIO MUÑOZ DELAUNOY
I.M.D. CONSULTORES Y ASESORES LIMITADA

GESTIÓN ADMINISTRATIVA
CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN

DISEÑO DE PORTADA
TXOMIN ARRIETA

PRODUCCIÓN EDITORIAL A CARGO
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DIEGO BARROS ARANA
DE LA DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS

IMPRESO EN CHILE / PRINTED IN CHILE

PRESENTACIÓN

La *Biblioteca Fundamentos de la Construcción de Chile* reúne las obras de científicos, técnicos, profesionales e intelectuales que con sus trabajos imaginaron, crearon y mostraron Chile, llamaron la atención sobre el valor de alguna región o recurso natural, analizaron un problema socioeconómico, político o cultural, o plantearon soluciones para los desafíos que ha debido enfrentar el país a lo largo de su historia. Se trata de una iniciativa destinada a promover la cultura científica y tecnológica, la educación multidisciplinaria y la formación de la ciudadanía, todos requisitos básicos para el desarrollo económico y social.

Por medio de los textos reunidos en esta biblioteca, y gracias al conocimiento de sus autores y de las circunstancias en que escribieron sus obras, las generaciones actuales y futuras podrán apreciar el papel de la ciencia en la evolución nacional, la trascendencia de la técnica en la construcción material del país y la importancia del espíritu innovador, la iniciativa privada, el servicio público, el esfuerzo y el trabajo en la tarea de mejorar las condiciones de vida de la sociedad.

El conocimiento de la trayectoria de las personalidades que reúne esta colección, ampliará el rango de los modelos sociales tradicionales al valorar también el quehacer de los científicos, los técnicos, los profesionales y los intelectuales, indispensable en un país que busca alcanzar la categoría de desarrollado.

Sustentada en el afán realizador de la Cámara Chilena de la Construcción, en la rigurosidad académica de la Pontificia Universidad Católica de Chile, y en la trayectoria de la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos en la preservación del patrimonio cultural de la nación, la *Biblioteca Fundamentos de la Construcción de Chile* aspira a convertirse en un estímulo para el desarrollo nacional al fomentar el espíritu emprendedor, la responsabilidad social y la importancia del trabajo sistemático. Todos, valores reflejados en las vidas de los hombres y mujeres que con sus escritos forman parte de ella.

Además de la versión impresa de las obras, la *Biblioteca Fundamentos de la Construcción de Chile* cuenta con una edición digital y diversos instrumentos, como *softwares* educativos, videos y una página web, que estimulará la consulta y lectura de los títulos, la hará accesible desde cualquier lugar del mundo y mostrará todo su potencial como material educativo.

COMISIÓN DIRECTIVA - COMITÉ EDITORIAL
BIBLIOTECA FUNDAMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHILE

385.0983 MONOGRAFÍA DE LOS FERROCARRILES DE CHILE EN ESTUDIO Y CONSTRUCCIÓN/ MINISTERIO DE INDUSTRIA Y OBRAS PÚBLICAS; EDITOR GENERAL, RAFAEL SAGREDO BAEZA.
M751d -[1ª ED.]- SANTIAGO DE CHILE: CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN: PONTIFICIA
2010 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE: DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS, c2010.

XXXVII, 354 P.: IL., MAPA COL., 28 CM (BIBLIOTECA FUNDAMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHILE)

INCLUYE BIBLIOGRAFÍAS.

ISBN: 9789568306083 (OBRA COMPLETA); ISBN: 9789568306502 (T. 77)

1.- FERROCARRILES (CHILE) I.- SAGREDO BAEZA, RAFAEL, 1959- ED

© CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN, 2010
MARCHANT PEREIRA 10
SANTIAGO DE CHILE

© PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE, 2010
AV. LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS 390
SANTIAGO DE CHILE

© DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS, 2010
AV. LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS 651
SANTIAGO DE CHILE

REGISTRO PROPIEDAD INTELECTUAL
INSCRIPCIÓN N° 193.854
SANTIAGO DE CHILE

ISBN 978-956-8306-08-3 (OBRA COMPLETA)
ISBN 978-956-8306-50-2 (TOMO SEPTUAGÉSIMO SÉPTIMO)

IMAGEN DE LA PORTADA
LOCOMOTORA ALEMANA DE LA FÁBRICA BORSIG DEL TIPO 47 DE 1905

DERECHOS RESERVADOS PARA LA PRESENTE EDICIÓN

CUALQUIER PARTE DE ESTE LIBRO PUEDE SER REPRODUCIDA
CON FINES CULTURALES O EDUCATIVOS, SIEMPRE QUE SE CITE
DE MANERA PRECISA ESTA EDICIÓN.

Texto compuesto en tipografía *Berthold Baskerville 10/12,5*

SE TERMINÓ DE IMPRIMIR ESTA EDICIÓN, DE 1.000 EJEMPLARES,
DEL TOMO LXXVII DE LA *BIBLIOTECA FUNDAMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHILE*,
EN VERSIÓN PRODUCCIONES GRÁFICAS LTDA., EN SEPTIEMBRE DE 2010

IMPRESO EN CHILE / PRINTED IN CHILE

MINISTERIO DE INDUSTRIA
Y
OBRAS PÚBLICAS

MONOGRAFÍA
DE LAS
LÍNEAS FÉRREAS
FISCALES



SANTIAGO DE CHILE
2010



Sección del *Longitudinal* tendida al norte de Pueblo Hundido.
Al sur de La Rioja, noviembre de 1990.
Fotografía Ian Thomson.

INFORMACIÓN GENERAL
DE FERROCARRILES EN ESTUDIO
Y CONSTRUCCIÓN:
MONOGRAFÍA DE LAS LÍNEAS FÉRREAS FISCALES

Ian Thomson

RESUMEN

En los primeros dos decenios del siglo xx, Chile lanzó un programa masivo de construcción de ferrocarriles por cuenta del Estado, cuyos resultados más demostrativos se produjeron en 1913, año en que se inauguraron mucho más de mil kilómetros de vías, la gran mayoría de las cuales formaban parte de una línea troncal, la que, juntamente con vías ya existentes, algunas tendidas por una empresa privada, llegó a extenderse desde Pisagua en el norte hasta Puerto Montt en el sur. El propósito de esos ferrocarriles fue fomentar la producción agrícola en el sur e integrar el territorio en el norte. El sector privado se interesaba casi exclusivamente en la construcción de ferrocarriles mineros, y en las pocas ocasiones en que invirtió en los de otros propósitos, el resultado fue un fracaso económico, culminando en la intervención estatal, o en el abandono.

En esa época, en Chile no escaseaba capital para invertir, consecuencia de la riqueza salitrera y la solvencia que traía, la que permitió al país atraer recursos adicionales en el mercado internacional. Una gran parte de ese capital se invirtió en ferrocarriles, y el libro *Información general de ferrocarriles en estudio y construcción: monografía de las líneas férreas fiscales* tiene como tema central una descripción de los que, en 1910, se construían o estudiaban. Fue auspiciado por el Ministerio de Industria y Obras Públicas y presentado en el Congreso de Ferrocarriles que se celebró en ese año en la ciudad de Buenos Aires. Fue una de una serie de publicaciones más o menos contemporáneas que contribuían a la promoción de una imagen país en la ocasión del centenario de la independencia nacional.

Las distintas secciones del libro fueron redactadas por diferentes ingenieros ferroviarios, responsables de la construcción o del estudio de distintos tramos. Casi

todos eran chilenos por nacimiento, la gran mayoría poco conocidos. Cada uno describe el proyecto que dirigía, enfatizando la ingeniería civil y en muchos casos ignorando totalmente la materia del tráfico que cada ferrocarril iba a transportar. En sólo tres casos, entre unos treinta, se presentan cálculos relativamente rigurosos del volumen de tráfico. En contraste, referente a las descripciones de las obras de ingeniería civil, es evidente la calidad técnica de esas y el profesionalismo de los ingenieros que las dirigieron.



El punto de conexión con el *Ferrocarril Salitrero* iba a ser en el sector de Lagunas, en esta obra se describe una proyectada línea desde Granja, ubicado en ese sector, a Santa Fe. Tal como resultó, el empalme se estableció en Pintados, los restos de cuya estación se ve en la foto. Durante más de una década, la línea entre Iquique y Pintados quedó efectivamente abandonada, pero en 2010 se reactivará, para el turismo. Pintados, julio de 2009. Fotografía Ian Thomson.

Uno concluye que, para los gobiernos de la época, lo primordial era modernizar el país mediante la construcción de los ferrocarriles, siendo menos importante saber cuánto tráfico iban a llevar y otorgándosele una significación reducida a la materia de su justificación económica. De todos modos, en aquellos días, como en los nuestros, no siempre era el fin de las obras públicas estatales, como la construcción de ferrocarriles, la rentabilidad comercial y a veces ni siquiera la autofinanciación de los gastos de operación. El objetivo implícito era promover el desarrollo socioeconómico del país. Sin embargo, en comparación con sus contrapartes de hoy, los planificadores de proyectos de transporte de hace cien años tenían a su disposición herramientas bastante primitivas para estimar la demanda que los proyectos generarían y efectivamente ninguna para calcular el retorno socioeconómico correspondiente; por lo tanto, aunque les interesasen a los gobiernos esas materias, efectivamente no era factible satisfacer ese interés.

El libro nos permite comprender los procesos de planificación de las obras públicas, y de los ferrocarriles en particular, que estaban vigentes en Chile hace unos cien años, y deja clara la importancia asignada por los gobiernos de la época, especialmente al del presidente Pedro Montt, de dotar al país con un sistema ferroviario estructurado. No existe otra publicación que reúna en un sólo tomo información sobre la materia para diferentes ferrocarriles.

RESEÑA BIOGRÁFICA

Los autores de la obra

Se trata de una colección de contribuciones de una serie de autores, todos ingenieros ferroviarios encargados de la supervisión de los estudios o la construcción de distintos tramos ferroviarios¹.

De la gran mayoría de los ingenieros identificados, en las alturas del primer decenio del siglo XXI ya se sabe muy poco. Entre los más conocidos, se encuentran Teodoro Schmidt y Eduardo Barriga.

Teodoro Schmidt, padre, nació en Darmstadt, Alemania, en 1834, arribando a Chile en 1858. Contribuyó a una serie de proyectos de planificación urbana y de obras hídricas, principalmente en la zona que hoy en día está constituida por la Región de la Araucanía. Entre sus hijos hubo uno bautizado también Teodoro, que fue designado ministro de Obras Públicas en 1931, y quien, posteriormente, trazó la línea del ramal entre Freire y Toltén. No es seguro que el ingeniero del puente Cholchol fuera el hijo, puesto que Teodoro padre falleció recién en 1924.

Eduardo Barriga nació en Santiago en 1861 y, como ingeniero ferroviario, es recordado especialmente por sus estudios de la Red Norte. Tuvo el honor de tener nombrada por él una estación en la línea nueva costeña de la Red Norte, que se construyó a principios del decenio de 1940.

De los demás, se ha podido determinar que la mayoría habían prestado servicios técnicos en la Dirección de Obras Públicas entre 1888 y 1900. Véase el cuadro N°1. En general es evidente su alto nivel de profesionalismo y competencia como ingenieros aplicados al tema ferroviario. Salvo en casos contados, ese alto nivel profesional no les llevó a cargos de muy alto rango, lo que contribuye a la escasez informática que hoy en día tenemos sobre ellos.

Cabe destacar que la gran mayoría eran chilenos por nacimiento, aunque dos eran franceses, es decir, don Pablo Moriamez, que falleció en Santiago en 1919, y don Fabián Lary, quien regresó a Francia después de entregar su contribución al progreso chileno. Hacia fines del siglo XIX, a Chile llegaron varios ingenieros ferroviarios, principalmente civiles más bien que mecánicos, procedentes de Bélgica y Francia, que desplazaron a los ingleses y estadounidenses de décadas anteriores.

¹ Se individualizan en el cuadro N° 1

Cuadro N° 1
Nómina de autores²

<i>Nombre del ingeniero</i>	<i>Sección del libro de la cual es autor</i>
Augusto Knudsen R. (F)	Prólogo de la (geografía física e ingeniería ferroviaria básica)
I. Dolarea Z. (F)	Ferrocarril longitudinal
Samuel Flores R. (F, H)	Sección de la Red Norte de Inca de Oro a Chulo
Knudsen (F) y Emiliano Jiménez G. (F)	Red Norte en general, de Toledo a Cabildo
Eduardo Barriga E. (F)	Sección de la Red Norte, de Cabildo a San Marcos
Pablo Moriametz	Sección de la Red Norte, de Paloma a San Marcos
Manuel Pulido I. (F, GM)	Sección propuesta de Red Norte, de Rayado a Los Vilos
Filidor Fernández L. (F, H, C, MG)	Osorno a Puerto Montt (Red Sur)
Alejandro Moreno R. (F, H)	Ancud a Castro (Isla de Chiloé)
Oscar Parodi C. (F, C)	Pua a Curacautín (ramal de la Red Sur)
Joel Muñoz	Saboya a Capitán Pastene (subramal de la Red Sur)
Pedro Soto	Chillán a Pinto (ramal de la Red Sur)
Martin Galliano D. (F)	Linares a Colbún (ramal de la Red Sur)
Carlos Rivera	Puente Maule (del ramal Talca a Constitución)
Emiliano Jiménez G. (F)	Curicó a Hualañe (ramal de la Red Sur)
Guillermo Ortega	Alcones a Pichilemu (extensión de ramal de la Red Sur)
Fabián Lary	Ídem (suplemento)
Julio Demangel	San Bernardo a El Volcán (futuro ferrocarril militar)
Manuel Pulido I. (F, GM)	Rayado a Papudo (ramal de la Red Norte)
Abel Munizaga O. (F)	Choapa a Salamanca (ramal de la Red Norte)
Alejandro Guzmán S. (F, C)	Arica a La Paz
Teodoro Schmidt	Puente Cholchol (Nuevo Imperial, en ramal a Carahue)
Parte de memoria de Elhers y Lanás	Paloma a Juntas (ramal de la Red Norte)
Victor Caro	San Felipe a Putaendo (ramal de la Red Sur)
Manuel Ossa y Rafael Edwards	Paine a Talagante (conector de la Red Sur)
Carlos Lanás	Rancagua a Doñihue (ramal de la Red Sur)
Emilio Cuevas	San Vicente a Peralillo (ramal propuesto de la Red Sur)
Carlos Rivera	San Vicente al Colorado (ramal propuesto de Red Sur)
Jorge Vargas	Rucapequén a Tomé (conector de la Red Sur)
Carlos Guarderas	Yumbel a Río Claro (ramal de la Red Sur)
Estanislao Pardo D. (F, P)	Cajón hacia Volcán Llaima (ramal de la Red Sur)
Jorge Vargas	Cauquenes a Quirihue a Coelemu (ramal de la Red Sur)
Luis Díaz y Camilo Edwards	Pinto a El Recinto (ramal de la Red Sur)

NOTAS: F significa que el ingeniero había prestado servicios en la sección de Ferrocarriles de la Dirección de Obras Públicas; H significa que el ingeniero había prestado servicios en la sección de Puentes, Caminos y Construcciones Hidráulicas; C significa que el ingeniero había prestado servicios en la subsección de Caminos; MG parece significar que el ingeniero había prestado servicios en la sección de Minas, Geografía y Geodesia.

² Véase esta edición de la *Monografía de las ferrocarriles fiscales de Chile en estudio y construcción*; Ernesto Greve, *Historia de la Ingeniería en Chile*, tomo IV.

En general, no cabe duda de la competencia de los autores para exponer profunda y detalladamente el tema específico que a cada uno le fue asignado, puesto que cada uno supervisaba tareas directamente relacionadas con el tema encargado. Uno tiene la sensación que, para muchos de ellos, era considerado materia de dignidad profesional hacer una buena presentación mediante su contribución al libro y que, también, había una modesta y sana rivalidad entre ellos. Sin embargo, para el lector general de nuestra época, a veces las descripciones son demasiado exactas y detalladas, referentes, por ejemplo, a los puntos geográficos mencionados, muchos de los cuales en nuestra época quedan casi borrados del mapa (y probablemente fuesen igualmente poco conocidos en su propia época). Además, en distintas secciones se presentan cálculos de ingeniería, de alta calidad técnica, pero demasiado específicos, pormenorizados o complejos para los gustos de lectores que no sean especialistas en ferrocarriles. Sin embargo, esto dicho, uno admira la calidad y rigor de esos cálculos, que revelan el alto nivel de preparación de los ingenieros chilenos de hace cien años. Puesto que la tarea principal de los autores fue la ingeniería, más que la elaboración de textos para publicación, la redacción quizás no siempre tenga un alto contenido literario; sin embargo, en ellos se presenta reunida una cantidad muy grande de información sustantiva que no se encuentra en otros textos.



Ferrocarril de Arica a La Paz, terminado en 1913, fue una maravilla en términos de la ingeniería civil. Visviri, julio de 1994. Fotografía Ian Thomson.

Los orígenes de la obra

La obra *Inspección general de ferrocarriles en estudio y construcción: monografía de las líneas férreas fiscales*, evidentemente, formó parte de la contribución del Ministerio de Industria y Obras Públicas a la conmemoración del centenario de la Independencia de Chile, tanto como un ejercicio del tipo imagen país como de imagen ministerial. En la primera década del siglo XX, la construcción de ferrocarriles constituyó la

actividad principal del Ministerio de Industria y Obras Públicas. En 1914, por ejemplo, la inversión total en obras públicas fue de 35 millones de pesos (corrientes), entre los cuales una tercera parte fue absorbida por los ferrocarriles. La inversión en ferrocarriles ascendió a casi cuatro veces la realizada en puentes y caminos³.

El libro fue preparado para su presentación en el Congreso de Ferrocarriles celebrado en Buenos Aires, Argentina, país que también celebró el centenario de su independencia en ese año. Ese Congreso de Buenos Aires fue el primer de una serie que continúa hasta nuestros días y cuya vigésima primera edición se celebró, también en Buenos Aires, en septiembre de 2007 (en que participó como invitado el autor de la presente nota). Su entidad organizadora fue la Asociación del Congreso Panamericano de Ferrocarriles, que había sido constituida en la misma ciudad de Buenos Aires, en 1907. Igual que el XXI, el Primer Congreso fue organizado conjuntamente con una exposición de equipos ferroviarios, a la que la empresa fabricante Borsig, de Alemania, envió una locomotora a vapor de doble expansión, la que al final del evento fue rematada a la Empresa de Ferrocarriles del Estado y que existe hasta el presente, en forma modificada, en el Museo Ferroviario de la Quinta Normal⁴.

A fines del primer decenio del siglo XX, y a principios del siguiente, en Chile el Estado invirtió enormes sumas en la construcción de ferrocarriles, dirigidas especialmente al llenado de las brechas que siguieron existiendo en una línea longitudinal, entre Puerto Montt en el sur e Iquique y Pisagua en el norte (y al ferrocarril de Arica a La Paz)⁵. En un año, 1913, se inauguraron oficialmente mucho más de 1.000 km de líneas (aunque cabe señalar que, en la realidad, sobre muchos de esos kilómetros, los trenes ya habían estado corriendo, de manera provisoria). En términos de kilometraje, la mayor parte de lo que faltaba de la ruta norte-sur se ubicaba en el norte, entre Cabildo y Pintados, lo que está reflejado en la asignación de casi un 30% del contenido del libro a la construcción de la línea longitudinal en el norte.

Corresponde aclarar que, entre las distintas fuentes hoy en día disponibles, a veces existen diferencias muy importantes respecto a las fechas de inauguración de distintos tramos, debido, por ejemplo, a que algunos autores consideraron inaugurado en una fecha un tramo relativamente largo, aunque en la realidad sólo se inauguró una fracción de él, o a que, antes de la inauguración oficial, ya había una operación provisoria de trenes; etc. Por lo tanto, los kilometrajes presentados en el cuadro N° 2, deberían considerarse órdenes de magnitud, más bien que datos exactos.

El contenido del libro

La mayor parte del contenido del libro consiste en descripciones, casi siempre, y justificaciones, a veces, pero muy pocas veces cuantificadas y casi nunca llevadas a su conclusión lógica, de los proyectos de nuevos tramos ferroviarios corrientemente en estudio o construcción por encargo del gobierno. No comprende los ferrocarriles

³ Oficina Central de Estadística, *Sinopsis Estadística de la República de Chile 1918*.

⁴ Ian Thomson, "The Story of Chile's last Broad Gauge Compound".

⁵ Véase cuadro N° 2.



En esta vista, vemos un tren encabezado por una locomotora, de t nder combinado, a cremallera, aunque evidentemente funcionando a adherencia en el momento de sacarse la fotografía.

Fotografía Dietrich Angerstein.

construidos por la iniciativa privada, aunque en general la construcción fue licitada y llevada a cabo por contratistas. Sólo en casos de anulación de los contratos, por incumplimiento u otro motivo, la construcción fue efectuada por administración. Como ya se dijo, las descripciones realizadas tratan de aspectos importantes relacionados con la planificación de los tramos y, notablemente, con materias relacionadas con la ingeniería y los costos, otorgándose casi siempre menor atención, aunque muy variable entre los distintos casos, a la demanda y la justificación económica en general.

El libro está compuesto de tres capítulos y un apéndice, precedidos por un prólogo que describe las características geofísicas del país, junto con algunos principios elementales de la ingeniería ferroviaria. El primer capítulo cubre los tramos en construcción de la línea norte-sur, la gran mayoría de ellos correspondientes al norte de Santiago. Este capítulo ocupa ciento dieciocho páginas del libro en esta versión y cubre aproximadamente 1.730 km de líneas, o sea, unos 15 km por página, en promedio⁶. El enfoque está entre las vías ubicadas entre Cerrillos, en el norte, y Cabildo, en el sur (de la Red Norte), sumando unos 1.650 km, que se analizan en ciento nueve páginas, cada una de las cuales cubre, también, en promedio, 15 km. (Obsérvese que el *Ferrocarril Longitudinal* iba a cruzar la línea principal del ferrocarril de Antofagasta a Bolivia en Cerrillos, pero tal como se construyó, el

⁶ Algunos tramos figuran en más de una sección del capítulo. En el cálculo de los promedios por página no se descuentan duplicados.

punto de interconexión se estableció en Baquedano, a unos 12 km al surponiente de Cerrillos.)

Cuadro N° 2
Cronología de inauguración de ferrocarriles fiscales, 1900 a 1920⁷

<i>Año</i>	<i>Estimación aproximada de km de ferrocarriles fiscales en explotación</i>	<i>Km de ferrocarriles entregados oficialmente para explotación por la Dirección de Obras Públicas</i>
1900	2.129	0
1901	2.131	0
1902	2.290	233
1903	2.290	81
1904	2.320	81
1905	2.329	0
1906	2.377	0
1907	2.474	115
1908	2.520	78
1909	2.546	80
1910	2.831	136
1911	3.120	117
1912	4.565	236
1913	5.009	577
1914	5.070	95
1915	5.122	1.486
1916	5.822	113
1917	n/a	38
1918	n/a	14
1919	n/a	0
1920	n/a	0

El segundo capítulo se refiere a los ramales en construcción. Cubre unos 700 km en 114 páginas, es decir, se asignan en promedio unos 6 km por página, lo que podría ser interpretado como indicativo de un desequilibrio, puesto que la línea principal del norte a sur era considerada de mayor importancia nacional que los ramales. Por otra parte, la mayor parte de la línea de norte a sur al norte de Copiapó pasa por territorio desértico, siendo relativamente fácil y barata de construir,

⁷ Fuente basada en distintos documentos del Ministerio de Ferrocarriles, del Ministerio de Fomento y en la *Sinopsis estadística* del año 1918. Es evidente que las distintas fuentes no están siempre de acuerdo entre sí; por lo tanto, los kilometrajes señalados en la segunda columna deberían considerarse indicativos, más bien que definitivos. Le Empresa Ferrocarriles del Estado considera, por ejemplo, que el tramo Osorno-Puerto Montt de la Red Sur fuera inaugurado en 1913, a pesar de que uno interpreta que el primer tren corriera sobre él en 1911. Largos tramos se intercambiaron entre los sectores privado y fiscal; en 1915, por ejemplo, la Red Norte, de más de 1.700 km, se incorporó en el sector estatal, pasando a la Empresa Ferrocarriles del Estado en 1916.

sin necesitar grandes obras de infraestructura que merecieran una atención especial por sus características técnicas y, por ende, sin necesitar muchas páginas para describirlas. Sin embargo, al sur de Coquimbo, la línea longitudinal en el norte fue técnicamente desafiante por los tramos a cremallera. El ferrocarril de Arica a La Paz fue considerado como un ramal, a pesar de su significación binacional y de no tener contacto con la línea longitudinal, su extensión en territorio nacional es de 207 km, y se analiza en ocho páginas, mientras el ramal rural de Curicó a Hualañé, de 65 km, ocupa diecisiete páginas, cinco más que el segmento Alcones a Pichilemu, de 38 km, del ramal San Fernando a Pichilemu⁸. Casi todas esas líneas categorizadas como en construcción llegaron a completarse, aunque no todas, como el tramo de San Bernardo a Puente Alto del ramal a El Volcán, es decir, del futuro ferrocarril militar.



Melocotón, enero de 2004. Fotografía Ian Thomson.

El tercer capítulo aborda los ramales en estudio, teniendo cincuenta y nueve páginas en las cuales se cubren unos 200 km de ferrocarriles, con un promedio de 5 km por página, que podría considerarse generoso. La extensión más larga, de trece páginas, se asigna al subramal de San Felipe a Putaendo, cuya propia extensión era de sólo 16 km. Esa línea, de poca significación en el contexto nacional, fue inaugurada en 1914 y levantada en 1965. Aunque relativamente marginal en

⁸ Sin embargo, el ferrocarril de Arica La Paz se describió detalladamente en otras publicaciones contemporáneas.

importancia, se trata de uno de los ferrocarriles mejor analizados en todo el libro, a lo menos desde el punto de vista económico. Su análisis comprende una seria estimación de los volúmenes de tráfico, tanto de carga como de pasajeros, y una determinación de los costos de explotación. Sin embargo, ese análisis no se llevó a su término lógico, es decir, a una comparación entre costos e ingresos, la que habría indicado que su explotación sería deficitaria. Otra línea bien analizada respecto a las consideraciones económicas fue la conexión entre Paine y Talagante. En otros casos, es impactante la poca atención dedicada a la cuantificación de los volúmenes de tráfico que se producirían.

El cuadro N° 3 presenta un resumen de la cobertura de cada sección del libro, sin contar el prólogo. En casi todos los casos, incluye una descripción del trazado, aunque a veces de una manera bastante abreviada, efectivamente restringida a un mapa de escala reducida, para que quepa en una página. (Auspiciado por el Ministerio de Industria y Obras Públicas, se publicó en la misma época, otro volumen de los mismos mapas, de formato mayor y a colores.) En el caso de las líneas en construcción, la descripción del trazado fue normalmente acompañada por una reseña histórica del desarrollo de los estudios.

La elección entre trazados alternativos

En casos importantes, las descripciones incluyen una presentación de estudios que condujeron a la elección de un trazado sobre otro para el mismo ferrocarril, especialmente en el caso de la Red Norte. Al respecto, corresponde mencionar la labor admirable de los autores Augusto Knudsen y Emiliano Jiménez de elaborar y aplicar una metodología objetiva para poder elegir entre una ruta identificada por ingenieros belgas y otra por alemanes, para la línea entre Cabildo y Toledo. Estos ingenieros primero explican el procedimiento para calcular la distancia virtual de un tramo de ferrocarril, la que toma en cuenta la mayor resistencia encontrada por los trenes al pasar las curvas y pendientes y por la operación a cremallera más bien que a adherencia. Luego, las fórmulas desarrolladas se aplicaron a cada tramo, para poder determinar su respectiva distancia virtual, considerando no solamente su largo sino, además, la mayor resistencia resultante de las características físicas de la infraestructura contemplada, que evidentemente dependen de la topografía del terreno atravesado. Indicaron que la solución definitiva podría involucrar la adopción de la tracción eléctrica

En un caso, de la prolongación de Alcones a Pichilemu del ramal que parte de la línea central en Centinela, un punto ubicado un poco al sur de San Fernando, también hubo trazados alternativos, pero en esa ocasión contribuyó a la elección el hecho de que los planos correspondientes a una de las opciones se perdieron en un incendio en el edificio del Congreso.

En varios casos la trocha fue modificada durante el proceso de planificación, normalmente siendo reducida con el fin de rebajar los costos de construcción. En la mayoría de ellos se presentan estimaciones de estos costos, basados en cálculos de la ingeniería o de los valores en que la construcción fuera adjudicada. Cuando

se adoptaba una trocha más angosta que la inicialmente contemplada, casi siempre implicaba la necesidad de transbordos, entre el ramal, de trocha angosta, y la continuación por la línea principal. Tales transbordos implicaban mayores demoras y costos y una probabilidad de daños ocurridos a la carga durante la operación, lo que contribuía a reducir la demanda de transporte sobre el ramal.

En esa época, no había manera de calcular en cuanto bajaría la demanda a raíz de inconveniencias como los transbordos, los que casi nunca fueron tomados en cuenta, ni siquiera de una manera cualitativa. Efectiva e implícitamente, la demanda fue considerada totalmente inelástica respecto al precio y a conveniencia de transporte.

En muy pocos casos se presentan estimaciones serias del volumen de tráfico anticipado, y en sólo tres hubo estimaciones que podrían considerarse modestamente rigurosas. Uno de ellas es el caso de la Red Norte, donde los ingenieros Augusto Knudsen y Emiliano Jiménez presentan los resultados de estimaciones de tráfico por producto y estaciones de origen y destino, aunque referente al tráfico de pasajeros adoptaron un principio mucho más sencillo y arbitrario. Otro caso, ya mencionado, es el del subramal, bastante insignificante de San Felipe a Putaendo. En ninguno de los dos se llevaron los cálculos a la etapa de un balance entre los ingresos anticipados y los correspondientes costos de explotación, lo que, de haber sido efectuado, habría señalado la inconveniencia de su construcción desde el punto de vista económico. Véase la sección III del presente trabajo. Aunque ambas estimaciones son serias, la demanda de transporte fue estimada sin tomar en cuentas las tarifas cobradas, una materia sobre la que haremos un comentario más adelante, en el caso de la Red Norte. Los ingenieros de la época no tenían a su disposición herramientas adecuadas para hacer depender el tráfico estimado del costo de transporte para los usuarios.

Un análisis más convincente se efectuó en el caso de la línea entre Paine y Talagante, que permitió acortar distancias para tráficos dirigidos al puerto de San Antonio. En este caso, sí se hizo una comparación entre los menores costos de transporte y la inversión en la construcción.

Aunque no se han encontrado comentarios sobre el libro en la época de su publicación, es evidente su conversión en una obra básica de referencia. Santiago Marín, por costumbre, no citó referencias, pero es casi seguro que habrá ocupado la obra del Ministerio de Industria y Obras Públicas para la elaboración de su libro sobre *Los ferrocarriles de Chile*. Hacerlo le habría llevado a una equivocación⁹.

Recuadro N° 1
Incongruencias entre fuentes

El estudio profundo de la historia de los ferrocarriles suele arrojar evidentes incongruencias entre documentos fuente. Llama la atención, por ejemplo, que en el libro del Ministerio de Industria y Obras Públicas, se clasifica el ramal de Paloma a Juntas como línea en estudio. Por otra parte,

⁹ Véase el recuadro N° 1.

otros autores, como Carlos Huidobro, en su tesis de Política Ferroviaria Nacional, publicada en 1939, y Carlos Arrizaga y Ramón Silva, escribiendo en 1980, consideran que ese ramal se había inaugurado en 1898. Una investigación de la materia llevada a cabo por el presente autor confirma la corrección del libro del Ministerio de Industria y Obras Públicas. Su categorización como ramal en estudio es respaldada por Santiago Marín, en su obra clásica sobre *Los ferrocarriles de Chile*, 4ª edición, de 1916, donde señala que la construcción del ramal de Paloma a Juntas habría iniciada en 1912 y completada en 1915. El ramal figura en mapas del período 1913/14, probablemente en anticipación de su inauguración.

Sin embargo, el señor Marín no siempre tenía la razón. Por ejemplo, en la misma obra clásica, se refiere a un tramo a cremallera de la Red Norte, al norte de La Serena, que nunca existió. Es probable que Santiago Marín hubiera basado esa referencia en una lectura del libro de Ministerio de Industria y Obras Públicas, que describe el trayecto ferroviario contemplado, al norte de La Serena, hacia fines del decenio de 1900. Sin embargo, los planes se modificaron, adoptándose un trazado que no necesitaba la colocación de una cremallera.



Esta vista es interesante, tanto por mostrar la boca de un túnel evidentemente terminado en 1914, como por ofrecer un autocarril a combustión interna. La trocha del ferrocarril es ancha y, aunque el túnel no se haya podido identificar con total seguridad, podría ser el de El Árbol, del ramal entre San Fernando y Pichilemu. Por el estilo de los vestidos y el paisaje despastado, se interpreta que la toma data de poco tiempo después de haber sido completado el túnel y, por eso, el autocarril sería uno de los primeros en Chile movido a combustión interna. Fotografía Ian Thomson.

Cuadro N° 3
Resumen de cobertura de cada sección

Tramo	¿Se describe trazado?	¿Se resume historia del proyecto?	¿Se comparan proyectos alternativos?	¿Se presentan detalles técnicos?	¿Se presentan costos de construcción?	¿Se señala pronóstico de tráfico?	¿Se estiman ingresos de explotación?
Granja a Santa Fe	sí	no	no	poco	no	no	no
Sta Isabel a Pampa Alta	sí	no	no	no	no	no	no
Cerrillos a Pueblo Hundido	sí	no	no	poco	sí	no	no
Inca a Chullosí	sí	poco	sí	sí	sí	no	no
Toledo a Cabildo	sí	no	sí ¹⁰	sí	no	sí	no
Informe oficial Red Norte	sí	no	sí	sí	no	no	no
Cábildo a San Marcos	no	sí	sí	sí	sí	no	no
Paloma a San Marcos	sí	sí	no	sí	sí	no	no
Royado a Vilos	sí	sí	no*	sí	sí	no	no
Osorno a Puerto Montt	sí	sí	no	sí	sí	no	no
ANCUD A CASTRO	POCO (MAPA)	sí	NO	sí	sí	NO	NO
PUA A CURACAUTIN	sí	sí	NO	sí	sí	DESCRIPTIVO	NO
SABOYA A CAPITÁN PASTENE	POCO (MAPA)	sí	RE. TRIOCHA	sí	sí	NO	NO
LINARES A COLBÚN	POCO (MAPA)	sí	NO	sí	sí	NO	NO
CHILLÁN A PINTO	POCO (MAPA)	sí	NO	sí	sí	POCO (PAX)	POCO
PUENTE SOBRE EL MAULE	sí	NO	NO	sí	sí	NO	NO
CURICÓ A HUALAÑÉ	sí	sí	RE. TROCHA	sí	sí	POCO (CUALITATIVO)	NO
ALCONES A PICHILEMU	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí
SUPLEMENTO A ESTE ÚLTIMO	NO	sí	sí	sí	POCO	NO	NO
MELIPILLA A SAN ANTONIO	SOLO MAPA	sí	NO	sí	sí	POCO (CUALITATIVO)	NO

¹⁰ Se presenta cálculos para justificar la construcción del túnel La Grupa.

* Esta línea iba formar parte de la ruta ferroviaria por la costa, en el sector del Norte Chico. Sin embargo, en esa época, se prefirió una ruta alternativa, por el interior. En la década de 1940 la ruta costera finalmente se habilitó.

<i>Tramo</i>	<i>¿Se describe trazado?</i>	<i>¿Se resume historia del proyecto?</i>	<i>¿Se comparan proyectos alternativos?</i>	<i>¿Se presentan detalles técnicos?</i>	<i>¿Se presentan costos de construcción?</i>	<i>¿Se señala pronóstico de tráfico?</i>	<i>¿Se estiman ingresos de explotación?</i>
SAN BERNARDO A EL VOLCÁN	sí	sí	sí	sí	sí	POCO (CUALITATIVO)	NO
RAYADO A PAPUDO	sí	sí	NO	sí	MUY APROX	sí	NO
CHOAPA A SALAMANCA	sí	sí	sí	sí	sí	POCO (CUALITATIVO)	NO
ARICA A LA PAZ	sí	sí	sí	POCO	sí	NO	NO
PUENTE CHOLCHOL	sí	POCO	NO	POCO	sí	NO	NO
Paloma a Juntas	sí	no	sí	poco	poco	poco	no
San Felipe a Putaendo	sí	no	no	sí	sí	sí	sí
Paine a Talagante	poco (mapa)	no	sí	sí	no	sí	sí
Rancagua a Domñihue	sí	no	poco	poco	poco	poco (cualitativo)	no
San Vicente a Peralillo	sí	no	no	sí	sí	poco	no
San Clemente a Colorado	poco (mapa)	no	no	sí	sí	no	no
Rucapequén a Tomé y Penco	sí	sí	poco	sí	sí	no	no
Yumbel a Río Claro	sí	poco	no	poco	sí	no	no
Cajón al volcán Llaïma	poco (mapa)	poco	poco	poco	sí	poco (prod. zona)	sí
Cauquenes a Quirihue y Coelemu	sí	no	no	poco	poco	no	no
Pinto a Recinto	sí	no	no	poco	no	no	poco
Casablanca a Valparaíso		Se menciona sin mayor análisis					
Cauquenes a Chanco y Curanipe		Se menciona sin mayor análisis					
Unión a Río Bueno		Se menciona sin mayor análisis					
Victoria a Traiguén		Se menciona sin mayor análisis					
Loncoche a Villa Rica		Se menciona sin mayor análisis					
Hualañe a Melipilla		Se menciona sin mayor análisis					
Curacautín al paso El Arco		Se menciona sin mayor análisis					

Las entradas en *curvitas*, corresponden a la línea longitudinal, algunos meras propuestas, la mayoría licitadas o en construcción. Las entradas en *VERSALITA* son ramales en construcción. Las de tono blanco son ramales en etapa de estudio o con documentación perdida.

LA OBRA Y CHILE

El auge en la construcción ferroviaria en los primeros decenios del siglo XX y sus consecuencias

En el período inmediatamente previo a 1910, el año de publicación del libro del Ministerio de Industria y Obras Públicas, Chile se preparaba para la mayor expansión de su red ferroviaria estatal en la historia. En esa época, ya se conocían los caminos sellados, y el vehículo motorizado que pudiera rodar sobre ellos se encontraba en una fase de desarrollo intensivo, en los Estados Unidos y Europa, y estaba en vías a convertirse en un producto de consumo masivo en el país norteamericano. Pero en Chile, el crecimiento de la red de caminos pavimentados era lento y tardío. En las estadísticas camineras de las primeras décadas del siglo XX no se distingue entre caminos pavimentados y los sin pavimento, pero sin duda de los primeros había muy pocos, puesto que aún en 1930, no había más 152 km de ellos. En 1918, había en todo el país, 245 automóviles de carga y 6 239 de pasajeros, más 138 tractores a vapor¹¹. De carretas había 144.304 más un amplio surtido de otras categorías de remolques para el arrastre animal. En los meses del invierno, la condición de los caminos en el centro y sur del país aseguraba la inoperatividad del tránsito movilizadado por los esfuerzos de los bueyes y, especialmente, los tractores a vapor y dificultaba enormemente el tránsito de automóviles, de carga o de pasajeros, aunque en el norte, las dificultades eran menores.

Había unos tramos fluviales indicados para el transporte, especialmente desde el Maule hacia el sur, y el cabotaje era un medio muy aprovechado para el transporte tanto de personas como de carga entre ciudades del litoral. Pero, en el interior del país, efectivamente el único medio de transporte más que local y no limitado a los meses de octubre a abril, fue el ferrocarril. Claramente, el desarrollo del interior dependía críticamente del ferrocarril. Ese período de dependencia tuvo una duración limitada, a raíz de la masificación de la propiedad de los vehículos camineros a combustión interna y a la pavimentación de caminos, pero en Chile duró más que en muchos otros países. Los 152 km de caminos pavimentados en 1930 habrían servido para conectar Santiago con Valparaíso, donde la Empresa de Ferrocarriles del Estado sintió por la primera vez una fuerte competencia de un modo alternativo, pero para muy poco más. Fue solamente a fines de la década de 1940 que se comenzó a pavimentar la actual Ruta 5 y ese proceso no se completó hasta el decenio de 1960.

Es decir, en la primera década del siglo pasado, sin el ferrocarril no era posible el desarrollo del interior del país. Donde había explotaciones mineras importantes, el sector privado estuvo dispuesto a proporcionar los ferrocarriles, a lo menos en el sentido transversal, entre minas y puertos. El sector privado también se había interesado en la línea central en el sur, de Santiago a Curicó, en los primeros años del desarrollo ferroviario en el país, pero muy luego perdió ese interés, por la escasa rentabilidad que ofrecía, y nunca elaboró iniciativas para la construcción de

¹¹ Oficina Central de Estadística, *op. cit.*

un ferrocarril central en el norte¹². Por lo tanto, la construcción de un ferrocarril central dependía de la iniciativa del Estado, a lo largo de todo el país.

El sector privado a veces se interesó, equivocadamente, en la construcción de ramales no mineros, especialmente los que tenían perspectivas transandinas, como los de Los Lagos a Riñihue, de Monte Águila a Polcura, del Llano del Maipo y el propio *Ferrocarril Transandino*. Es difícil comprender ese interés de los privados en los ferrocarriles transandinos, puesto que no ofrecieron esperanza alguna de una explotación rentable. Sólo uno de ellos logró cruzar la cordillera, y esto se debía a garantías estatales de retorno mínimo sobre el capital invertido. Como regla general, después de pocos años de operación, el promotor privado terminó invitando al Estado que comprara su ferrocarril. Sólo el ferrocarril del Llano del Maipo permaneció en manos privadas allende principios de decencia de 1940. Esos resultados muy desalentadores, los deja en claro el cuadro N° 5.

Fue esa circunstancia que motivó a los gobiernos del presidente Manuel Balmaceda en adelante, a promover la construcción de ferrocarriles de parte del Estado¹³. Eso habría tenido consecuencias limitadas si el país no hubiera adquirido un monopolio sobre la producción de nitratos naturales, a raíz de la Guerra del Pacífico, lo que le permitió a los gobiernos cobrar impuestos altos sobre la exportación del salitre. Entre 1910 y 1915, entre un 50% y un 60% de los ingresos ordinarios del gobierno provinieron de los derechos de exportación aplicados a la industria salitrera¹⁴. Un interés en impulsar el desarrollo económico junto con la posesión de los medios para hacerlo, dieron como resultado el enorme auge en la construcción ferroviaria en Chile en los primeros dos decenios del siglo XX¹⁵. Esa construcción fue trascendente para el desarrollo del país, por fomentar la integración territorial en el norte y la actividad productiva en el sur.

El propio libro, introducido por el presente texto, es evidentemente menos trascendente que el proceso de construcción; sin embargo, debe considerarse parte de la planificación de esa construcción. Sin esa planificación, el proceso de construcción habría sido más aleatorio y menos estructurado y, seguramente, se habrían construido menos ferrocarriles puesto que el gobierno y el Congreso no habrían estado tan dispuestos a autorizar la inversión de cuantiosas sumas en ellos. Por eso, en el presente capítulo, evaluaremos no solamente el libro propiamente tal sino el proceso de planificación y construcción al que contribuía.

En 1900, el kilometraje de las líneas férreas estatales era de sólo 2.129, el que subía a tasas significativas, llegando a 2.831 en 1910¹⁶. Pero antes del fin de ese año, ya se había licitado la construcción de largos tramos que iban a inaugurarse en los años siguientes, como el ferrocarril de Arica a La Paz (de 207 km en territorio nacional), los tramos faltantes (que ascendieron a unos 600 km) de la futura Red Norte, de La Calera a Pueblo Hundido, y el *Longitudinal* de Pueblo Hundido a

¹² Ian Thomson y Dietrich Angerstein, *Historia del ferrocarril en Chile*.

¹³ Rafael Sagredo, *Vapor al norte, tren al sur: el viaje presidencial como práctica política en Chile. Siglo XIX*

¹⁴ Carmen Sutter y Osvaldo Sunkel, *Un siglo de historia económica de Chile, 1830-1930*

¹⁵ Véase el cuadro N° 2.

¹⁶ Véase Carlos Arrizaga y Ramón Silva, *El desarrollo del transporte ferroviario en Chile*.

Pintados (de más de 700 km). El kilometraje inaugurado entre 1913 y 1915 fue muy superior a la mitad del kilometraje que había en 1910, considerando como estatal la línea longitudinal en el norte¹⁷. (Sin embargo, sírvase observar la advertencia referente a las fechas de inauguración de los distintos tramos, las que varían según fuente.) Esa actividad frenética llevó la red estatal a un largo total de 5.322 km al llegar a 1916, concentrándose mayoritariamente el aumento en la primera parte del decenio 1911-1920. En esa época, la longitud de las líneas férreas estatales creció principalmente por la construcción de nuevas vías, más bien que por la estativación de ferrocarriles privados, aunque también hubo casos como el Ferrocarril de Copiapó, incorporado en la Empresa de Ferrocarriles del Estado en 1910¹⁸.

La buena situación económica y la planificación ferroviaria

El libro nos da un *insight* hacia la planificación de los ferrocarriles fiscales en la época, con su énfasis en las consideraciones de ingeniería sobre las del tráfico potencial o de la rentabilidad económica de cada proyecto. Chile en los primeros quince años del siglo XX fue una nación sin grandes problemas económicos. La tendencia en el crecimiento económico era de entre 3.5% y 4.0% anual y había un superávit habitual en el balance comercial, debido básicamente a la demanda en el extranjero del salitre¹⁹. El país era *credit worthy* y pudo mantener un déficit presupuestario, por el ingreso de capitales extranjeros, tanto en la forma de inversiones directas como en bonos del Estado. Entre 1905 y 1915, en todos los años, hubo un déficit presupuestario, a pesar del cobro de derechos de exportación al salitre.

El mayor exportador de capitales en esa época fue Gran Bretaña, que tenía invertido en Chile unos GBP 72 millones (es decir, setenta y dos millones de libras esterlinas), entre los cuales casi una tercera parte fue destinada a empresas ferroviarias, evidentemente privadas²⁰. Pero casi la mitad fue depositada en bonos del Estado, una fracción importante de la cual fue destinada a la construcción de ferrocarriles por cuenta del Estado, como en el caso de la sección de Cabildo a Copiapó de la Red Norte²¹.

Por ser fácil la adquisición de fondos para inversiones, fuera por los derechos de exportación del salitre o por la venta de bonos, es posible defender la hipótesis que los gobiernos del día habrían considerado no totalmente imprescindible una justificación económica para la construcción de ferrocarriles. El propósito de muchos de ellos era precisamente el fomento de la producción agrícola o minera. Hubo que saber cuánto iban a costar, por razones presupuestarias, pero la rentabilidad de la inversión no siempre habría constituido un factor determinante en las decisiones referente a su construcción. El libro que en la presente oportunidad

¹⁷ Véase el cuadro N° 2.

¹⁸ Ian Thomson, *Red Norte: la historia de los ferrocarriles del norte chileno*

¹⁹ Eric Haindl, *Chile y su desarrollo económico en el siglo XX*,

²⁰ Juan Couyoumdjian, *Chile y Gran Bretaña durante la Primera Guerra Mundial y la Postguerra, 1914-1921*.

²¹ "British Capital in Foreign Railways".

analizamos, parece apoyar esa hipótesis. Se esperaba que los nuevos ferrocarriles fueran a generar su propia demanda, por la accesibilidad que ellos mismos crearían. Pero, en general, en la realidad el tráfico generado no fue suficiente para hacer rentable su operación, a lo menos sin contar la línea principal de la Red Sur y sus ramales principales. Es pertinente citar un segmento de un libro, publicado en 1921, del ingeniero Raúl Simon:

“Si la Red Sur hubiese sido construida por una compañía particular, posiblemente no se extendería más allá de Temuco ni existiría la mayor parte de los actuales ramales”²².

Un intento de hacer rentable la explotación de la mayoría de los ramales habría terminado en fracaso, y de todos modos, las correspondientes alzas en las tarifas habría desmotivado la propia producción que el ramal debería fomentar. La Red Sur generó utilidades entre 1915 y 1917, pero luego se volvió deficitaria. Generó utilidades nuevamente a partir de 1922, sin contar el período de la recesión de la primera mitad de la década de 1930, hasta fines de la Segunda Guerra Mundial.



Definitivamente ubicado sobre el ramal a Pichilemu el puente Ligueimo fue ubicado entre Colchagua y Peralillo. En años posteriores fue habilitado para el tránsito de vehículos callejeros además de los ferroviarios. Esta vista fue tomada en vísperas del cierre del ramal para tráfico normal –ahora un segmento es ocupado por el turístico Tren del Vino– y muestra el tren diario de pasajeros arrastrado por una locomotora a diesel, del tipo Dt 7100, en la nomenclatura de Ferrocarriles del Estado. Marzo de 1986. Fotografía Ian Thomson.

²² Raúl Simon, *La situación económico-políticas de los Ferrocarriles del Estado*.

Un probable superávit de ferrocarriles

En el cuadro N° 4 se presenta la tendencia de tráfico sobre las líneas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado de 1914 a 1937. Se puede apreciar que la densidad de tráfico mostró una tendencia débil hacia el alza, hasta la recesión de la primera parte del decenio de 1930. Terminada la recesión, se reanudó la tendencia creciente. Es lógico que vías recién construidas lleven menos tráfico que las construidas antes, pero la generación de tráfico sobre las nuevamente construidas parece haber sido lenta. Es evidente la baja en la densidad media de tráfico tras la incorporación en las estadísticas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado de la Red Norte, en 1917. A fines del decenio de 1930, la densidad de tráfico (de carga) de la Red Sur era nueve veces la de la Red Norte.

Cuadro N° 4
Densidad de tráfico sobre las vías pertenecientes de Ferrocarriles del Estado,
*1914 a 1937*²³

<i>Año</i>	<i>Km de vía</i>	<i>Unidades de tráfico por km de vía, en millones</i>
1914	2.599	0.530
1915	2.620	0.485
1916	2.743	0.498
1917	4.472	0.380
1918	4.485	0.404
1919	4.477	0.390
1920	4.456	0.383
1921	4.495	0.396
1922	4.561	0.331
1923	4.591	0.362
1924	4.639	0.408
1925	4.639	0.398
1926	4.671	0.384
1927	4.725	0.391
1928	4.751	0.405
1929	4.758	0.434
1930	4.585	0.436
1931	4.544	0.348
1932	4.550	0.340
1933	4.550	0.428
1934	4.636	0.483
1935	4.697	0.473
1936	4.697	0.501
1937	4.778	0.538

Observación: en 1917, la Red Norte quedó incorporada formalmente en el sistema estadístico de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

²³ Ferrocarriles del Estado, *Memorias*, Carlos Huidobro, *Política ferroviaria nacional*.

*Las consecuencias de no haber construido
ramales ferroviarios*

Sin los ferrocarriles analizados en el libro, habría habido consecuencias importantes para el desarrollo económico, especialmente en el sur del país. El transporte ferroviario, aunque no ausente de inconveniencias, era de mayor capacidad y de tarifas más baratas que el transporte caminero de la época, que consistía básicamente de bueyes arrastrando carretas. Si tuviera que depender de la tracción animal, en muchas zonas, dados los altos costos de transporte, habría sido improbable un aumento significativo en la producción agroganadera hasta el desarrollo del transporte caminero mecanizado, unos veinte años más tarde. Pero debería ser admitida la posibilidad de que se construyeran ramales que, en la realidad, no se justificaron en términos de rentabilidad socioeconómica. Una circunstancia en que tanto sobraba capital para invertir como era escasamente desarrollada la ciencia de la evaluación social de proyectos, conducía a una provisión generosa de ferrocarriles. Hacia fines del decenio de 1930, una sección de un documento oficial llevó como título las palabras “exceso de ferrocarriles”.

Para la década de 1910, existe una cantidad impresionante de datos estadísticos de la producción agrícola anual por provincia, que podría ser analizada para identificar el impacto de la construcción de ramales ferroviarios. No ha sido posible calibrar las relaciones econométricas como parte del presente estudio, puesto que la construcción de ramales no es la única variable independiente a la cual habría respondido la producción de las distintas siembras. También habrían sido influyentes variables como el clima y los precios de mercado de cada una de ellas, posiblemente desfasados, puesto que los agricultores habrán tomado sus decisiones respecto a la siembra a base de los precios a finales de la temporada antes de la cosecha. El tema sería interesante para futuros alumnos de la historia cuantitativa.

En las décadas de 1950 y 1960, la Empresa de Ferrocarriles del Estado, probablemente con alguna insistencia de parte del Ministerio de Hacienda, evaluó la conveniencia de seguir operando una serie de ramales, concluyendo negativamente en muchos casos. Esas evaluaciones fueron hechas con el fin de determinar las posibilidades de que pudiesen cubrir sus costos de explotación con los ingresos que generaban, y no de estimar su conveniencia socioeconómica, la que en general habría superado su rentabilidad para la Empresa de Ferrocarriles del Estado, por consideraciones como el mayor costo de conservación de caminos de ser clausurados los ramales. De la rentabilidad de los ramales en décadas anteriores, la información con que contamos hoy en día varía entre muy pobre e inexistente. Sin embargo, podremos analizar la suerte de los ramales rurales construidos por el sector privado, en la misma época de la expansión de la red estatal en los primeros decenios del siglo pasado. Estos tuvieron que cubrir sus gastos de explotación, o dejar de operarse, siempre que sus dueños no consiguieran una expropiación de parte del Estado²⁴. Cabe aclarar que no fue el propósito de todos esos ramales meramente atender una demanda de transporte rural; los promotores de dos de ellos tuvieron esperanzas de prolongarlos sobre la cordillera hasta Argentina.

²⁴ Véase el cuadro N° 5.

Es lógico considerar que el sector privado se interesara en construir ramales donde hubiera las mejoras perspectivas de tráfico, dejando con el Estado la tarea de construir los demás. Es decir, los tendidos por iniciativa privada habrían sido los de mayores perspectivas económicas. Aún así, es evidente su fracaso. Los ramales identificados en el cuadro N° 5 fueron todos inaugurados, a veces parcialmente, entre 1908 y 1925, pero al llegar a 1944 ninguno permanecía operado por el sector privado, habiendo sido rescatados por el Estado o simplemente abandonados. A fines de la década de 1930, Carlos Huidobro del Ministerio de Fomento hablaba de un exceso de ferrocarriles en Chile, y seguramente tenía razón.

Eso nos conduce a sugerir que el énfasis del Ministerio de Industrias y Obras Públicas en la ingeniería civil de los ferrocarriles, y la poca atención dada a materias relacionadas con la demanda de sus servicios y de su balance económico en general, puede haber tenido como consecuencia un mal aprovechamiento de recursos de capital de parte de los gobiernos de principios del siglo xx. Es decir, se habría construido algunos ferrocarriles, particularmente ramales de poco kilometraje y uso, ocupando capital que tendría mayor rendimiento en aplicaciones alternativas.

*Cuadro N° 5
Ramales ferroviarios rurales construidos por iniciativa privada
en los primeros decenio del siglo xx, y su suerte posterior²⁵*

<i>Ramal</i>	<i>Año inaugurado</i>	<i>Suerte posterior</i>
San Pedro a Quintero	1925	Paralizado en 1931; poseído por el gobierno en 1932. Luego hubo intentos de rematarlo, terminándose el Ferrocarril en manos de un Síndico. Finalmente, diez años más tarde, fue adquirido por el Estado. Sigue en operación, para trenes de carga (cucons) al puerto y refinería de Ventanas.
Gral. Cruz-Cartago	1908-1910	Fue abandonado parcialmente en 1918 y totalmente en la década de 1940.
Melipilla-Ibacache	1922	Iba a extenderse a Curacaví, pero esto nunca ocurrió. Fue abandonado en 1938.
Monte Águila-Polcura	1905-1908	Fue proyectado convertirlo en ferrocarril transandino. En 1943, fue adquirido por el Estado, que lo abandonó en 1984 o 1985.
Lebu-Peleco	1923	En 1915, fue ofrecido al Estado, que no lo aceptó. Luego fue adquirido por el Estado en 1928, y abandonado en 1985.
Los Lagos-Riñihue	1910	Fue proyectado su conversión en ferrocarril transandino. En 1936, fue ofrecido al Estado, que lo aceptó en 1943 y lo abandonó en 1975.

²⁵ Ferrocarriles del Estado, *op. cit.*; Thomson y Angerstein, *op. cit.*

Uno de los (sub)ramales no justificados fue el de San Felipe a Putaendo, que es precisamente el que tiene la estimación de tráfico mejor realizada de entre los presentados en el libro del Ministerio de Industria y Obras Públicas. En ese caso, el tráfico estimado se ocupó como insumo a los cálculos para determinar la frecuencia de los trenes, sobre la base de los cuales se estimaron también los costos de explotación. Lo que no se hizo fue comparar los ingresos generados con dichos costos. Si se hubiera hecho, se habría comprobado que la explotación sería deficitaria. (Lo más probable es que esa comparación sí se hiciera sin que se divulgaran los resultados, para no disminuir las perspectivas de que el ramal se convirtiera en realidad).



Puente Maule, que posteriormente se iba a llamar el puente Banco de Arena. Fue inaugurado en diciembre de 1915, y hasta ese momento, el ramal se había operado en dos tramos distintos, con transbordo fluvial entre ellos. Sigue en uso diario el puente, que ya se aproxima a su centenario; río Maule, febrero, 2005. Fotografía Ian Thomson.

Sumando todo el tráfico entrante o saliente de todas las estaciones de ese subramal, a fines de la década de 1910 ese tráfico se calcula en unas 14.000 toneladas, menos de la mitad de las 29.500 que se habían estimado. En 1937, el tonelaje saliente fue de 14.505, y el total alrededor de 16.500. En 1946, a pasos del fin de la Segunda Guerra Mundial y en momentos en que el país aún no se había recuperado de las restricciones sobre las importaciones de material para vehículos camineros impuestas durante esa Guerra, el tonelaje transportado sobre el ramal fue de 6.617 toneladas. Antes de 1958, Empresa de Ferrocarriles del Estado había suspendido el transporte de carga sobre esa línea, que en sus últimos años de operación fue atendida exclusivamente por buscarriles para pasajeros. Es decir, parece que el

subramal nunca llegó a transportar el volumen que le había sido pronosticado y, aunque lo hubiera hecho, su explotación habría sido deficitaria.

La justificación de ferrocarriles en el norte

En el norte la situación era diferente por sus reducidas potencialidades de producción agroganadera, las que se reducen a casi cero al norte de La Serena, sin contar unos pocos valles sin necesidad de los servicios de un ferrocarril longitudinal. Ese ferrocarril habría dado impulsos a la producción minera a baja escala, lo que fue anticipado por varios de los autores del libro que se introduce. No obstante, si el Estado no hubiera financiado la construcción de ferrocarriles en el norte, las mayores explotaciones mineras habrían prosperado de todos modos, puesto que cada empresa minera grande estaba en condiciones de financiar la construcción de su propio ferrocarril cuando no existía uno del Estado que les conviniera. De hecho, varias lo hicieron en distintas oportunidades, como la mina El Tofo, de la Bethlehem Steel, y la de Potrerillos, de la Andes Copper Mining²⁶.

Generalmente se considera que la justificación de la línea norte-sur, en el norte, fue la integración territorial. Sin embargo, el Estado no deseaba subvencionar su operación, y respecto a eso, es posible acusar al gobierno de don Pedro Montt de un cierto grado de incongruencia. La construcción y explotación se licitarían conjuntamente, en dos secciones, una de Pueblo Hundido a Lagunas (luego sustituido por Pintados) y la otra entre Papudo y Copiapó (permitiendo, mediante tramos ya construidos, la circulación de trenes desde La Calera a Pueblo Hundido). Las tarifas cobradas, debidamente aprobadas por el gobierno, se fijarían en valores suficientes para cubrir los gastos de explotación y conservación. Nada se habló de utilidades, pero, de todos modos, no parece haberse ocurrido a nadie que podría no haber un conjunto de tarifas que permitiera cubrir esos gastos. Y aunque hubiera, tomando en cuenta el poco movimiento que había sobre el eje, las tarifas fijadas habrían tenido que ser muy altas. Y por haber sido muy altas, la contribución del ferrocarril a la integración nacional habría sido minimizada, a lo menos en tiempos de paz. A partir de 1929, la contabilidad de la Red Norte (La Calera a Pueblo Hundido, ya incorporada en la Empresa de Ferrocarriles del Estado) se fusionó con la de la Red Sur, haciendo imposible saber exactamente la situación económica de cada una de ellas por separado), pero hasta ese momento, tanto la sección al sur de Pueblo Hundido como la al norte de éste, casi siempre arrojaron pérdidas, todos los años²⁷.

En el libro del Ministerio de Industria y Obras Públicas, los ingenieros Augusto Knudsen y Emiliano Jiménez presentan los resultados de estimaciones bastante pormenorizadas del transporte de carga, por tipo de producto, por estación de origen y por estación de destino del tráfico de carga sobre la Red Norte. Respecto al tráfico de pasajeros, su metodología fue bastante más ingenua; simplemente

²⁶ Thomson, *Red Norte...*, *op. cit.*

²⁷ *Ibid.*

aplicaron un coeficiente al volumen estimado de carga transportada. Es interesante comparar sus estimaciones con la realidad, una vez que la Red Norte estuvo en operación durante unos cinco años²⁸.

En ese cuadro se presenta el tráfico realizado tanto en 1918 como en 1919, puesto que el primero fue un año de relativo auge económico, y el segundo uno de dificultades económicas. Lo sorprendente es que los ingenieros Augusto Knudsen y Emiliano subestimaron el tráfico. La Red Norte destacaba por su bajo volumen de tráfico comparada con la Red Sur (Valparaíso a Puerto Montt); sin embargo, llevaba más que el que se había anticipado. Los citados ingenieros no estimaron los costos de explotación y tampoco la rentabilidad para el concesionario/constructor, la que habría sido seguramente muy negativa. Sus cálculos fueron deficientes por no hacer depender el tráfico de los costos de transporte para los usuarios. Aún hoy en día, eso es difícil de hacer, salvo en casos en que dos o más medios compitan entre sí y que existan datos que permitan la calibración de las funciones de demanda correspondientes.

Cuadro N° 6
El tráfico estimado sobre la Red Norte (La Calera a Pueblo Hundido)
comparado con el realmente producido²⁹

<i>Tipo de tráfico</i>	<i>Año</i>	<i>Volumen de tráfico</i>
Carga	estimación	29.400.000 de t-km
Carga	1918	39.300.000 de t-km
Carga	1919	34.900.000 de t-km
Pasajeros	estimación	160.000 a 317.000
Pasajeros	1918	625.867
Pasajeros	1919	589.723

El contrato licitado por el gobierno cubría tanto la construcción como la posterior operación de la Red Norte, las tarifas debiendo fijarse para cubrir los gastos de explotación y conservación, lo que seguramente habría sido imposible por los bajos volúmenes del tráfico potencial. En esas circunstancias, es sorprendente que hubiera empresas que se interesaran en obtener las concesiones. Tal como resultó, dentro de un periodo de seis años de haber sido completada la línea, hubo cambios importantes en las empresas operadoras. La sección sur se terminó en manos de Empresa de Ferrocarriles del Estado y la norte en las del Ferrocarril de Antofagasta (Chili) a Bolivia, que la adquirió esencialmente como maniobra defensiva, con el fin de asegurar que nadie más lo operara³⁰.

El costo de construcción de los ferrocarriles fue bastante alto comparado con los ingresos gubernamentales totales, ordinarios y extraordinarios, los que ascen-

²⁸ Véase el cuadro N° 6.

²⁹ Véase esta edición de la *Monografía...*, *op. cit.*; Ministerio de Ferrocarriles, *Estadísticas de ferrocarriles en explotación, año, 1918-19*.

³⁰ Harold Blakemore, *From the Pacific to La Paz*.

dieron en 1910, por ejemplo, al equivalente de 19.4 millones de libras esterlinas. La construcción de las partes faltantes del ferrocarril troncal en el norte costó \$7.500.000, es decir, casi el 40% de los ingresos totales del gobierno en ese año. El ferrocarril de Arica a La Paz costó otras 3.3 millones de libras. Tomando en cuenta esta proporción bastante alta, se puede considerar también alto el costo de oportunidad de los ferrocarriles, es decir, el valor de las otras inversiones o gastos corrientes que no se hicieron por haber destinado los fondos a la construcción de los mismos.

LA OBRA Y LA ACTUALIDAD

Hoy, para la mayoría de los lectores, la importancia del libro del Ministerio de Industria y Obras Públicas reside principalmente en su registro de los pormenores del proceso de planificación ferroviaria estatal en las primeras décadas del siglo xx. Como ya se ha comentado, se destaca el alto grado de profesionalismo de los ingenieros autores de las distintas secciones, y su enfoque en la ingeniería civil más que en la justificación económica de las líneas. En esa época, todos los cálculos fueron hechos a mano, por regla de cálculo o por tablas de logaritmos, y, tomando esto en cuenta, uno queda maravillado por lo extraordinario de la labor de esos ingenieros, destacándose en este sentido la de los señores Augusto Knudsen y Emiliano Jiménez respecto al ferrocarril longitudinal en el norte. Para los estudiantes actuales de la ingeniería ferroviaria sería valioso analizar la labor de estos señores.

A pesar de los cálculos de los ingenieros de hace un siglo, no siempre fueron libres de errores menores, algunos de los cuales se corrigieron durante la revisión editorial, quizá haya otros. En parte, los cálculos pertenecen a la historia, como en el caso de la estimación del largo virtual de un ferrocarril a cremallera movilizad a vapor.

La obra tiene el mérito de concentrar en un solo libro información sobre una amplia selección de tramos ferroviarios; aunque en varios casos es posible encontrar esa información en otros documentos específicos sobre cada ferrocarril, se facilita su acceso al reunirlos en un solo tomo.

*La planificación de ferrocarriles,
hace cien años y hoy*

En Chile, a principios del siglo xxi, se siguen construyendo ferrocarriles, pero no a la gran escala de cien años antes. El Estado promueve la expansión de la red de metro en Santiago, y empresas privadas construyen pequeñas extensiones ferroviarias en el norte, normalmente con el fin de atender nuevos centros mineros. El Estado, además, ha implantado nuevos servicios ferroviarios para pasajeros, tanto suburbanos como interurbanos, sobre líneas férreas existentes. A veces, como en el caso de los suburbios de Concepción y el eje Valparaíso a Limache, eso ha involucrado una renovación significativa de la infraestructura ferroviaria.



El ramal entre Temuco y Carahue, como el de Talca a Constitución, se inauguró antes de que su puente principal estuviera listo, obligando a una operación en dos tramos distintos, con transbordo. En el caso del diseño original del puente en Nueva Imperial, sobre el río Cholchol, del ramal a Carahue, del ingeniero Guillermo Fonck, se comprobó insuficiente por crecidas del río, tanto en 1900 como en 1904. El nuevo diseño es el tema de una breve sección de este libro. Los trenes dejaron de llegar a Carahue en 1982, pero en 2009, el puente aún existía, todavía enrielado. Nueva Imperial, noviembre de 2008.

Fotografía Ian Thomson.

Durante los últimos cien años, ha habido avances notables en el área de la ingeniería civil ferroviaria, y un progreso aún más notable respecto a la estimación de la demanda de nuevos servicios y a la evaluación social de los proyectos. Sin embargo, no es claro que los avances en la planificación de los ferrocarriles estén a la par de los avances en el desarrollo de las herramientas de que disponen los planificadores.

Para los planificadores de los servicios de transporte ferroviario que el Estado contempla implementar en nuestros días, la demanda potencial es casi invariablemente de personas, las que antes de la mejora contemplada ya viajaron por un servicio ferroviario existente o por un medio alternativo, como la micro, sobre el mismo eje. La tarea del analista es, en principio, bastante sencillo; tiene a su disposición información recopilada mediante encuestas de los viajes efectuados y por lo tanto sabrá cuántas personas están viajando en el eje, de donde vienen y a donde van; está en condiciones de calcular los costos de transporte mediante los propuestos nuevos servicios ferroviarios, compararlos con los de los medios competitivos, y estimar cuánta gente se cambiaría al tren, y para ayudarle hay sofisticados paquetes de cálculos estadísticos y modelos de simulación, y para utilizarlos

tienen computadores completamente fuera de la comprensión de su contraparte de hace cien años.

Para los planificadores de hace cien años, la demanda potencial fue tanto de carga como de pasajeros, y en general no tuvieron información de encuestas sobre ninguno de ellos. Sabían cuantas personas vivían en cada pueblo a lo largo de la línea férrea contemplada, y había información sobre las siembras por provincia, de la temporada anterior; pero eso sería todo. El transporte ferroviario fue, en muchos casos, más económico que los medios alternativos por órdenes de magnitud, significando que la construcción de un ferrocarril causaría no solamente un cambio en la repartición del tráfico entre los medios, sino que además serviría para impulsar significativamente la producción agrícola de la zona y probablemente también la cantidad de viajes personales realizados³¹. Y todo que tenía a su disposición para estimar en cuánto aumentaría era su olfato, su experiencia y su ingenio. Hubo ingenieros que tenían más que los otros estos atributos, siendo uno de los más dotados el estadounidense Allen Campbell, quien había evaluado el proyectado ferrocarril entre Santiago y Valparaíso a principios del decenio de 1850, pero para todos la estimación del tráfico potencial fue quizás un ejercicio más artístico que científico.

Por otra parte, los planificadores que hoy en día estiman el tráfico de un nuevo proyecto ferroviario, tienen que enfrentar una dificultad que apenas existía hace cien años, a lo menos en casos de transporte terrestre no urbano. Hoy, el ferrocarril



Se entiende que el edificio impresionante que se aprecia en la fotografía es de la primera estación de Curacautín, aunque aquí está señalado que sus construcciones iban a ser modestas, de madera con fundaciones de albañilería. El ramal hasta Curacautín fue inaugurado en 1915, y luego extendido hacia el oriente, con expectativas, no realizadas, de convertirse en un ferrocarril transandino. Como parte de la prolongación, se construyó el túnel de Las Raíces, de un largo de 4½ km. Escenario de alrededor de 1914.

³¹ Ian Thomson, *Los beneficios sociales y privados de un ferrocarril construido a mediados del siglo 19: el caso de Santiago a Valparaíso*.

compite con otros medios, como la micro, el colectivo, el camión y el automóvil privado, de modo que tienen que primero estimar el tamaño total del mercado de transporte y, luego, repartir la demanda total entre los distintos medios competitivos. Hace cien años, muchas veces, ningún otro medio podía competir con el tren. Dificultades relacionadas con la repartición modal han conducido a errores importantes en la estimación del tráfico de proyectos ferroviarios, como de los servicios suburbanos en el Gran Concepción y el Gran Valparaíso. El error frecuentemente no es de los planificadores sino de las instituciones gubernamentales que especifican los escenarios que deberían ser analizados.

Hace cien años, aunque la demanda estuviera bien estimada, los planificadores no contaron con los medios de calcular la rentabilidad social correspondiente, puesto que efectivamente no existía una ciencia de la evaluación social de proyectos de transporte, la que es de importancia crítica en el caso de proyectos de responsabilidad del Estado, donde prima su valor para la comunidad sobre la rentabilidad comercial. El ingeniero Víctor Caro, a cargo de los bastante bien realizados estudios de estimación de los volúmenes de tráfico del subramal de San Felipe a Putaendo, tanto de pasajeros como de carga, no pudo saber si con el tráfico estimado el proyecto sería socialmente conveniente, por ignorar materias como el cambio en los costos de la conservación de caminos por la transferencia del tráfico al ferrocarril, el valor de la economía de tiempo de viaje de personas que cambian de carrozas al tren, entre otras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arrizaga Carlos y Ramón Silva, *El desarrollo del transporte ferroviario en Chile*, Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, 1980.
- Blakemore, Harold, *From the Pacific to La Paz*, Londres, Lester Crook/Antofagasta Holdings, 1990.
- “British Capital in Foreign Railways”, in *The Railway Age*, London, edition 8 February 1913.
- Couyoumdjian, Juan, *Chile y Gran Bretaña durante la Primera Guerra Mundial y la Postguerra, 1914-1921*, Santiago, Editorial Andrés Bello y Ediciones de la Universidad Católica de Chile, 1986.
- Ferrocarriles del Estado, *Memorias*, Santiago, distintas ediciones.
- Greve, Ernesto, *Historia de la Ingeniería en Chile*, Santiago, Imprenta Universitaria, 1944, tomo IV.
- Haindl, Eric, *Chile y su desarrollo económico en el siglo XX*, Santiago, Universidad Gabriela Mistral, 2006.
- Huidobro, Carlos, *Política Ferroviaria Nacional*, Santiago, Imprenta y Litografía Universo, 1939.
- Marín V., Santiago, *Los ferrocarriles del Chile*, 4ª ed., Santiago, Imprenta Cervantes, 1916.

- Ministerio de Ferrocarriles, *Estadística de los ferrocarriles de Chile en explotación, año 1918-1919*, Santiago, Imprenta i Litografía Universo, 1925.
- Oficina Central de Estadística, *Sinopsis Estadística de la República de Chile 1918*, Santiago, Oficina Central de Estadística, 1919.
- Sagredo, Rafael, *Vapor al norte, tren al sur: el viaje presidencial como práctica política en Chile. Siglo XIX*, Santiago-México D.F., Ediciones de la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, Centro de Investigaciones Diego Barros Arana y el colegio de México, Colección Sociedad y Cultura, 2001, vol. xxvi.
- Simon, Raúl, *La situación económico-políticas de los Ferrocarriles del Estado*, Santiago, Imprenta Universitaria, 1921.
- Sutter, Carmen y Osvaldo Sunkel, *Un siglo de historia económica de Chile, 1830-1930*, Madrid, Ediciones Cultura Hispánica, 1982.
- Thomson, Ian, *Los beneficios sociales y privados de un ferrocarril construido a mediados del siglo 19: el caso de Santiago a Valparaíso*, Santiago, 51º Congreso Internacional de Americanistas, 2003.
- Thomson, Ian, *Red Norte: la historia de los ferrocarriles del norte chileno*, Santiago, Instituto de Ingenieros de Chile, 2003.
- Thomson, Ian, *La competencia entre la carretera y el ferrocarril en Chile: una perspectiva histórica*, Santiago, Ferronor S.A., 2008.
- Thomson, Ian, "The Story of Chile's last Broad Gauge Compound", in *Locomotives International*, N° 43 Birmingham, 1998.
- Thomson, Ian y Dietrich Angerstein, *Historia del ferrocarril en Chile*, 2ª ed., Santiago, Ediciones de la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, Centro de Investigaciones Diego Barros Arana, Colección Sociedad y Cultura, 2000, vol. xiv.

REPÚBLICA DE CHILE

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y OBRAS PÚBLICAS

INSPECCIÓN GENERAL

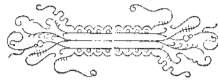
DE

FERROCARRILES EN ESTUDIO Y CONSTRUCCION

MONOGRAFIA DE LAS LINEAS FERREAS FISCALES

RECOPIADA PARA EL

CONGRESO DE FERROCARRILES DE BUENOS AIRES EN 1910



SANTIAGO DE CHILE
IMPRENTA CERVANTES

BANDERA, 50

—
1910

MONOGRAFÍA
DE LOS
FERROCARRILES FISCALES DE CHILE
EN ESTUDIO Y CONSTRUCCIÓN

PRÓLOGO

La monografía de las líneas férreas chilenas puede ser mejor comprendida si antes de entrar a su exposición detallada y metódica hacemos un somero análisis de la topografía del territorio donde se hallan ubicadas, de las características de los diferentes géneros de trazado que requieren y de las zonas de variada producción en que naturalmente se divide el país, tanto para calificar las condiciones que imponen normas distintas a los diversos proyectos como para determinar el papel que cada línea desempeña en el sistema general de transportes del país.

Aparte de su unidad como nación constituida, Chile tiene, en cuanto a territorio, rasgos muy notables que en todas partes se reproducen igualmente definidos y lo suficientemente distintivos para mostrarlo como una región compuesta de partes de cierto modo isomorfas, que en su conjunto asumen una pronunciada individualidad.

Este hecho fue reconocido desde los primeros tiempos de que haya memoria, pues el nombre de Tchili (frío), es anterior a la conquista incásica del Maule a mediados del siglo xv, no haciendo ésta sino confirmar aquellas ideas preexistentes de que, no obstante la heterogeneidad de sus tribus y razas pobladoras, la semejanza de configuración de sus diversas partes le daban toda la unidad necesaria para justificar su designación con ese nombre único.

Si ésta fue la teoría de los imperialistas peruleros, no cabe duda que también la sostuvieron los conquistadores castellanos, porque además de las cédulas y títulos de concesión que la contuvieron, ella se halla muy claramente expresada en el poema épico *La Araucana*, de don Alonso de Ercilla, escrito desde 1558, que dice lo siguiente:

“Es Chile Norte Sur de gran longura
costa del nuevo Mar del Sur llamado,
tendrá del Este a Oeste de angostura
cien millas por lo más ancho tomado;
bajo del polo antártico en altura
de veinte y siete grados, prolongado
hasta do el mar Océano y chileno
mezclan sus aguas por angosto seno.

Y estos dos anchos mares...
por esta parte al fin la tierra hienden
y pueden por aquí comunicarse;
Magallanes, señor, fue el primer hombre
que abriendo este camino le dio nombre.

...

Ves, volviendo a la costa, los collados
que corren por la banda de Atacama
y la desierta playa y despoblados
do no hay ave, animal, yerba ni rama.
Mira los copiapós, indios granados,
que de grandes flecheros tienen fama:
Coquimbo Mapocho Cauquén y el río
de Maule y el de Itata y Biobío...
y adelante
las islas y archipiélago famoso;
y siguiendo la costa al sur derecho
Chiloé, Coronados y el Estrecho”.

Estas citas prueban que el ilustrado poeta enseñó ideas muy precisas sobre la unidad de conjunto de ese territorio que desde tiempo inmemorial se llamaba Chile, asignándole el grado 27 de latitud, o sea, el valle de Copiapó, por el límite norte de la región poblada y dejándole como estéril anexo el gran desierto septentrional, desde donde descendía hasta el estrecho de Magallanes.

A la luz de los acontecimientos actuales esas nociones resultan confirmadas y pueden ampliarse partiendo del principio que tal territorio debe su isomorfía de estructura a un sistema orográfico especialísimo, incluyendo como tal, por ser de idéntico origen, las islas y archipiélagos de la región austral.

Si examinamos el mapa hidro y orográfico de Chile, veremos cómo desde la latitud 33°, pie del contrafuerte andino de Chacabuco hasta la 41°30' costa del golfo de Reloncaví se extienden paralelas, de Norte a Sur, dos cadenas de montañas independientes que corren separadas por unas llanuras de ancho variable llamadas, por su continuidad longitudinal, el gran valle central de Chile.

La cadena del Este no es necesario decirlo, es la cordillera de los Andes, común a todo el continente americano; pero el cordón del oeste es peculiar de Chile y se denomina como cordillera de la Costa, que en la extensión anotada se mantiene por término medio a una distancia de 50 kilómetros de la primera, aunque en dos puntos, Paine y Rigolemo, latitudes 33°55' y 34°30', tanto se aproximan la una y la otra que forman verdaderas angosturas.

El carácter más notable de esta cordillera riberaña y que basta para imprimir un sello especial a toda la orografía chilena, es sin duda alguna su discontinuidad.

Parece a primera vista que esta sierra estuviera destinada a oponer una barrera infranqueable a las aguas que bajan del cordón andino; pero no es así: los ríos desprendidos de esas alturas y que llegan al valle central se constituyen Enseguida en afluentes de ciertos cauces mayores que persisten en su marcha hacia el Oeste

y encuentran *thalwegs* adecuados por donde penetrar y en definitiva *cortar* la cordillera marítima hasta desembocar en el océano.

El sistema de desagües de Chile es así transversal, no obstante de que el gran valle parecería propicio para que un río único atravesase el territorio de Norte a Sur, tal como ocurre con el Nilo, por ejemplo.

Tanto más notable es este hecho que siendo la cadena del litoral de formación plutónica con ocasionales rasgos silurianos y por tanto más antigua que los Andes secundarios liásicos, y todavía mucho más que el valle central cuaternario, esos ríos atraviesan en realidad serranías más viejas que su propio lecho superior.

Los *thalwegs* que así interrumpen la cordillera de la Costa, entre los 33°30' y 41°30' de latitud, llevan los nombres de Maipo, Rapel, Mataquito, Maule, Itata, Biobío, Imperial, Toltén, Valdivia, Río Bueno y Maullín, todos formados por numerosos afluentes cuya reunión con el principal suele verificarse después de penetrar más o menos los flancos de la montaña.

Toda esta formación tan original proviene de que en la época diluviana el valle longitudinal era un prolongado brazo de mar que bañaba el pie de los Andes mientras que la cordillera de la Costa estaba representada por numerosas islas cuyos canales de separación transversal son actualmente los valles de los ríos enumerados como interruptores de esa cadena. La misma disposición subsiste hasta el presente al sur del golfo de Reloncaví en los archipiélagos que allí se extienden hasta el estrecho, siendo los golfos de Ancud, Corcovado, Moraleda y los delgados canales longitudinales que siguen, en serie no interrumpida, la continuación del valle principal que hemos visto y la tierra firme del oriente la del cordón andino, mientras que el semillero de islas representa la prolongación de la cordillera occidental enteramente semejante por su discontinuidad a su homóloga de más arriba. De esa manera los ríos Bodudahue, Riñihue, Yelcho, Palena, Cisnes, Aisén, Huemules, Las Heras y Pascua que hoy afluyen a los golfos interiores cruzarían, en presencia de un solevantamiento, el valle longitudinal que así naciese y buscarían probablemente su salida al Pacífico por determinados canales transversales ni más ni menos como sus predecesores del Norte.

La península de Taitao nos ofrece una ligera variante de conformación que tiene ciertas particularidades de suma importancia práctica. La formación andina se adelanta aquí hasta unirse con la del litoral dejando intermedio el istmo de Ofqui como un portezuelo o mínimo de elevación desde cuya cumbre se divorcian hacia el mar las aguas excedentes siguiendo en opuestos sentidos cursos normales a dicha divisoria compuesta, o sea, paralelos al cordón de los Andes.

Esta configuración la vamos a ver repetida entre los grados 33 y 29 que representa la parte más estrecha del territorio, situada inmediatamente al norte de Chacabuco, si bien ya vimos en las angosturas de Paine y Rigolemo tentativas muy avanzadas de un proceso análogo. A la vista del mapa comprobaremos que esa parte de Chile está constituida ya no por islas, sino por penínsulas geológicas que, semejantes al Taitao moderno, tiene sus istmos en los puntos de empalme de los respectivos contrafuertes andinos con otros tantos cordones de la costa, formando divorcios de mínima elevación, o portezuelos, que reparten aguas al norte y al sur

para que afluyan a ríos más importantes, que nacidos en la cordillera pasan al mar por los canales preexistentes subdivisores de la susodicha formación litoral. Es así como el ya citado contrafuerte de Chacabuco se une al cordón occidental La Dormida y Prado en el portezuelo Tabón separando los esteros Loros y San Ramón con lo cual es posible reconstituir la península que por sumersión estaría figurada por los canales marinos que hoy son los valles del Maipo y Aconcagua, con senos más o menos profundos en las trazas de los esteros Puangue, Algarrobo, Casablanca, Peñuelas, Quilpué y Limache.

Un breve estudio del mapa detallado de esta región basta para obtener la mejor idea de tales distribuciones topográficas, provenientes de la penetración de ambas cadenas, y así siguiendo al norte podremos verificar que entre los ríos Aconcagua y La Ligua comienza otra península donde se reúnen las sierras de Los Ángeles que viene de los Andes y El Melón de la costa en el portezuelo del mismo nombre, divisoria de las aguas Nogales y Jaruro además de los senos entrantes de Quinteros y Catapilco. Viene enseguida entre los pequeños ríos Ligua y Petorca una estrecha lengua, sin aguas de importancia, formada por la concurrencia del contrafuerte del Sobrante con el cordoncillo de Talcalán en el portezuelo La Grupa, y luego entre el Petorca y el torrentoso Choapa se ofrece una península de estructura compleja e interesante. El contrafuerte andino es aquí El Pedernal que previa su unión en el portezuelo Cristales con una serranía costina, de rumbo Este Oeste, se alza en un macizo considerable, el cerro Gonzalo de 2.300 metros, desde cuyo máximo se desprenden dos espolones suplementarios que a su vez van a empalmar en los portezuelos Palmas y Aostas con otros dos cordones costaneros paralelos al antedicho. Los senos de Tilama y Conchalí, intermedios de las sierras mencionadas, sirven para dividir la península principal en tres parciales, mientras que los esteros longitudinales Las Palmas, Quelón, Naranjo, Monte Aranda, Caimanes y Limáhuida, divorciados en los mínimos o istmos respectivos marcan perfectamente los límites de la antigua tierra firme.

Al norte del Choapa una nueva península se extiende hasta el río Limarí como consecuencia del travesaño andino de Los Hornos, acoplado en los portezuelos del Zapallo y la Alcaparrosa al prolongado pero decreciente cordón litoral que se extiende desde El Molino hasta Punitaqui. Notemos que la cordillera de la Costa al aproximarse a Ovalle no sólo decrece sino que se desagra en multitud de porciones aisladas unas de otras que se desparraman por la cuenca del Limarí como islas adyacentes a la península propiamente tal. La traza del valle longitudinal es también más marcada, porque aunque el estero Aucó, divorciado al sur del Zapallo, es insignificante, en cambio por el norte del río Pama y el consiguiente Huatulame explayan considerablemente sus riberas.

La serie peninsular de Chile que venimos revisando se completa con tres unidades más que en orden ascendente están comprendidas entre los ríos Limarí y Coquimbo, Coquimbo y Los Choros y, por último, Choros y Huasco. En éstas figuran como contrafuertes andinos, respectivamente, Andacollo, Condoriaco y El Cóndor, los cuales concurren a formar parejas serranas con los cordones occidentales de Panulcillo, Salapor e Incahuasito en los istmos o portezuelos Cardas, Gualcuna y Pajonales, siendo el primero divisorio de las aguas Ingenio y Laguni-

llas, el segundo de las de Santa Gracia y Chañar, mientras que del tercero, si bien se desprende al sur la quebrada Pelicano al norte, en cambio, se observa un nuevo y franco ensanche del valle longitudinal que con el nombre de Llano de Pajonal, sembrado por todas partes de islas y canales de menor cuantía, se extiende hasta la ribera del río Huasco que lo corta con tajo profundo.

De aquí en adelante no se observa ya aparentemente formación peninsular en el territorio porque las dos cordilleras no vuelven a fusionarse; pero el valle central no es siempre una llanura pareja sino que en muchos trechos se le ve sembrado de multitud de cerros y cordoncillos aislados que ofrecen manifiesta analogía con los archipiélagos. Ello se observa desde luego al norte del río Huasco donde el valle toma los nombres de los llanos Marañón, La Jaula, Hornitos y Seco, hasta llegar al río Copiapó, además de la circunstancia de que en esta parte y aun hasta el paralelo 27 se extiende esta desagregación menuda a la cadena litoral misma, de donde se deduce que el espacio encerrado entre los antedichos límites no era una isla única sino una aglomeración de ellas, figurando como canales importantes y directos al mar, además de los valles Huasco y Copiapó, las quebradas Totoral, La Justa y aun Corralillo de Caldera.

Si bien al norte del grado 27 subsisten las multitudes de alturas aisladas en el interior la cadena de la costa, en cambio, adquiere consistencia y las islas que ella forma vuelven a ser extensas, aunque surcadas por numerosos y profundos senos, y tienen por límites los cauces, nacidos en los Andes, que se llaman Salitrosa, Salado, Pan de Azúcar y Taltal, notándose aun conatos de penínsulas en las angosturas Placilla, 26°57' y El Huanaco, 25°50'.

Entre la quebrada de Taltal y el río Loa se presenta una gran isla que puede derivarse como homóloga de Chiloé, aunque mucho mayor que ésta, pues abarca cuatro grados geográficos, sin ofrecer en su costa occidental quebradas de importancia.

Entre esas latitudes se nota también que el valle longitudinal adquiere un máximo ensanche y solevantamiento, por lo demás tachonado al igual que antes de cúspides dispersas, y al mismo tiempo los Andes, por su parte, se expanden en una altiplanicie dotada de triple cordón.

Por último, al norte del Loa la cordillera occidental se carga más y más hacia el mar y al fin se ciñe a bordear simplemente a éste con escarpes abruptos.

El valle central, o pampa del Tamarugal, comienza al mismo tiempo a estrecharse por el cambio de rumbo de los Andes hacia el oeste; pero siempre pueden notarse *thalwegs* que como Camiña, Camarones, Víctor, Azapa, Lluta, Tacna y finalmente el río Sama, que probablemente sella los últimos vestigios de la sierra litoral, son francamente secantes de ésta, exactamente como hemos visto en las otras partes del territorio.

Resumiendo entonces todo lo dicho: el sistema orográfico de Chile puede ordenarse tomando como base la antigua cadena de la costa que constituye un prolongado archipiélago del período siluriano, extendido entre los grados 18 y 56, o sea en una longitud de 4.200 kilómetros.

Enseguida se alzó la cadena de los Andes, de formación liásica y otras, en dirección paralela a la primera, quedando separada de ella por mares interiores y

sólo en una muy pequeña extensión, debido a una accidental proximidad de ambas, lograron algunas islas transformarse en penínsulas cuyos istmos de empalme originaron divorcio de algunas aguas en dirección Norte Sur.

Posteriormente el solevantamiento de algo más que la mitad del territorio marino produjo el gran valle longitudinal, dividido en dos secciones por la zona de las penínsulas, mientras que la otra mitad subsiste sumergida hasta el presente. Los canales de separación de islas llenan hoy en porción sumergida, al sur del grado 42, las mismas funciones que en el primitivo archipiélago; pero en la región solevantada constituyen los cauces de ríos que nacidos en la cordillera andina, atraviesan el valle central y encuentran facilidades para escurrirse por ellos hasta el Pacífico, y algo análogo ocurre en la faja peninsular. Las áreas que actualmente se ven comprendidas entre cada dos de esos cauces, el valle central y el océano, son así islas manifiestas de aquel archipiélago primitivo.

Tal es en su conjunto la estructura del prolongado territorio que hemos analizado como compuesto de partes eminentemente isomorfas y cuyas características bajo el punto de vista de la ubicación y construcción de ferrocarriles nos queda todavía detallar.

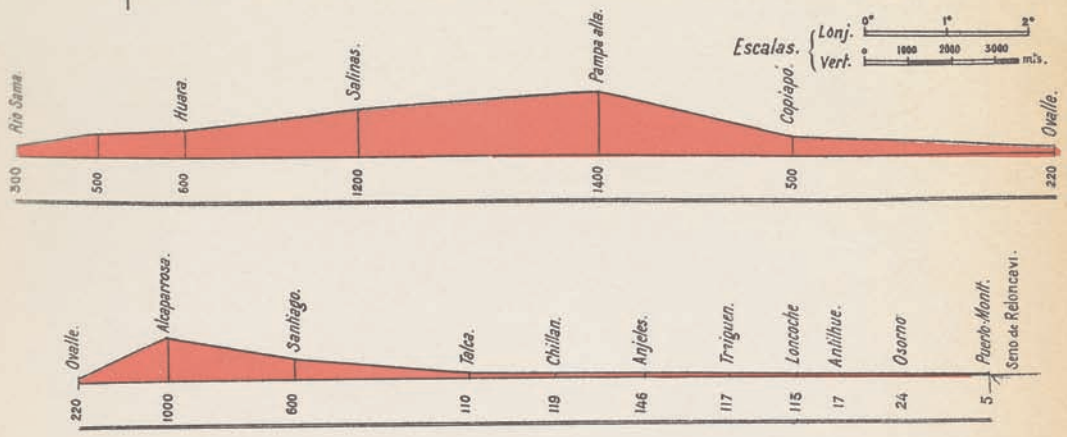
Los perfiles longitudinales y transversales de la figura permiten apreciar las variadas altitudes y grandes accidentes del suelo y valle central que se suceden de Norte a Sur, como también el rápido descenso Este Oeste que tiene el terreno, con la barrera brusca del cordón de la costa, salvo en los *thalwegs* transversales de que hemos hablado, cuyo descenso sigue paulatino hasta el mar. En una y otra de estas direcciones el problema más serio que presenta al ingeniero el desarrollo de un proyecto férreo entre declives tan agudos es sin duda alguna el de las gradientes. Los desniveles son en todo sentido tan considerables que aún en los planes del valle central del sur, la región de menores obstáculos de todo el país, las diferencias de altitud entre puntos obligados inmediatos imponen condiciones relativamente severas, por ser un hecho establecido que todo declive que a grandes rasgos se ofrece como uniforme se descompone en realidad en partes alternativamente más y menos pendientes que aquella inclinación media, sin que en general lo favorable de las últimas compense el recargo de las primeras al establecimiento del proyecto.

Si esto ocurre en el terreno llano más favorecido, con mayor razón se observa en los territorios montañosos, propiamente tales, donde a las altitudes considerables por transmontar se agregan las alternativas de prominencias y depresiones locales que obligan a derivar la ruta del camino directo, para incurrir en todas las complicaciones de la curvatura. Y todavía se agrega lo que la observación establece: que la curvatura es tanto más cerrada e imperativa, debido al mayor fraccionamiento del terreno en lomas y cuchillas, cuanto más fuertes sean los desniveles rampas y pendientes que hacen oposición al trazado.

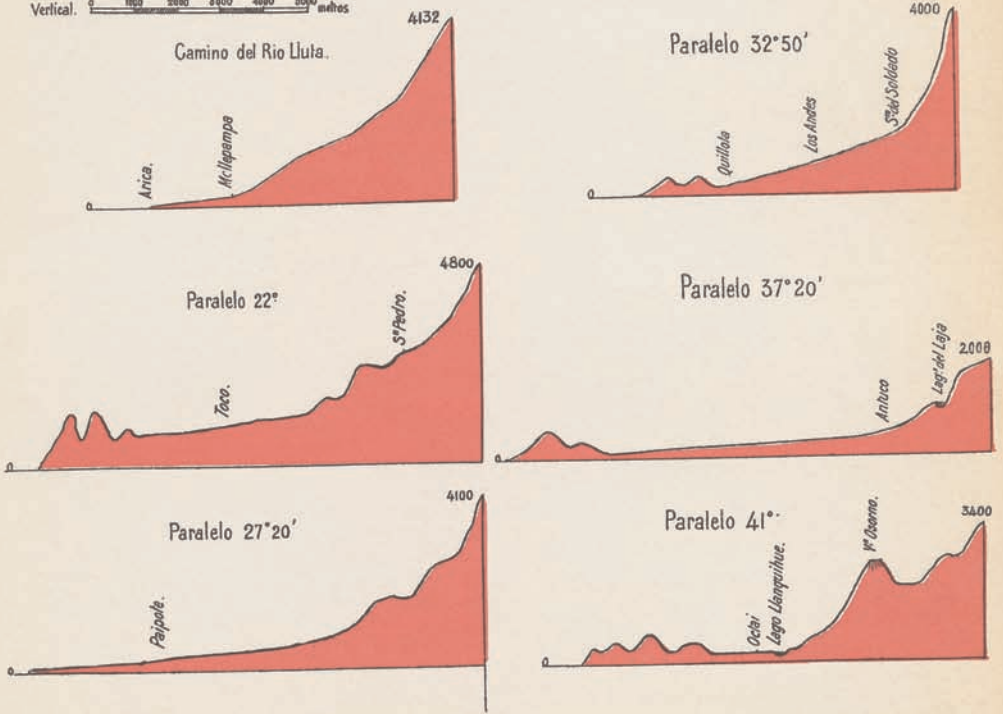
De estos hechos es de donde los ferrocarriles chilenos toman el carácter de obras onerosas, no tanto por su extensión que es relativamente modesta, sino por las excesivas alturas que están obligados a escalar valiéndose de innumerables serpenteos y desarrollos que penosamente los amoldan a los *thalwegs* conducentes a los accesos

PERFIL LONGITUDINAL DE CHILE

por el Valle central, desde el rio Sama hasta Reloncavi



Perfiles trasversales.



o bien, lo que es peor, asiéndose a los flancos o laderas para ganar la considerable altura sobre el valle a que los obligan los límites de pendientes aceptables.

En realidad, la pendiente y la curvatura de tal trazado están enormemente bajo la influencia, cuando no en su totalidad determinadas, por los puntos de paso obligado que se han querido enlazar, cuyos puntos son de dos clases: económicos, como las metrópolis y centros de población que son a su vez núcleos que reasumen la zona de atracción del ferrocarril, y físicos como portezuelos de los cordones que hay que transmontar, y sitios de mejor cruce de los cauces y ríos. De los tres son los últimos los únicos cuyo sacrificio pueda siquiera discutirse, pues los dos primeros son ineludibles, aunque ambos no hagan sino acumular todas las desventajas de las contrapendientes.

<i>Designaciones</i>	<i>Normas y trochas</i>		
	1,68	1,00	0,60
<i>Líneas de 1^{er} orden</i>			
Gradiente máxima	10 m/m	25 m/m	35 m/m
Radios mínimos	300 m	150 m	80 m
Distancia mínima entre curvas y contracurvas	100 m	60 m	50 m
Velocidades	60 km	40 km	25 km
<i>Líneas de 2^{do} orden</i>			
Gradiente máxima	20 m/m	30 m/m	40 m/m
Radios mínimos	200 m	100 m	60 m
Distancia mínima entre curvas y contracurvas	60 m	40 m	20 m
Velocidades	40 km	30 km	20 km
<i>Líneas de 3^{er} orden</i>			
Gadiente máxima	25 mm/m	35 mm/m	45 mm/m
Radios mínimos	180 m	80 m	40 m
Distancia mínima entre curvas y contracurvas	40 m	20 m	10 m
Velocidades	30 km	25 km	15 km

Para buscar un alivio a tanta exigencia se ha recurrido a algunos expedientes principalmente encaminados a disminuir los presupuestos de construcción, sobretudo de las líneas secundarias que sin eso resultarían impracticables. El principal de éstos consiste en la reducción de la trocha que acarreado la inmediata disminución de los radios de curvas adelanta la posibilidad de ceñir más estrechamente un trazado a los terrenos discontinuos.

En los proyectos fiscales se reconocen tres trochas diferentes: 1,68 m (más exactamente 1,676 m o 5'6"'), de 1 m y 0,60 m, para cuya ubicación se prescriben

normas definidas de gradiente máxima, radios mínimos, distancia mínima entre curva y contracurva y como complemento velocidades máximas de trenes.

Además, en cada una de estas trochas se reconocen líneas de primero, segundo y tercer orden, cada una de las cuales adopta su serie de normas, como puede verse en el cuadro de la página anterior.

Con todo, estas prescripciones nada tienen de absoluto, pues son muy frecuentes las relajaciones reclamadas imperiosamente por las necesidades del terreno.

Además de las anteriores gradientes destinadas a los trayectos de adherencia, existen las de cremallera que se adelantan hasta 6%, como veremos, con curvas mínimas de 140 m de radio y 40 m de tangente entre curvas inversas.

Pero, a pesar de todo, los casos son innumerables, ya sea porque se esquiva una gradiente más fuerte que lo normal, porque el terreno es tan quebrado que hace imposible ubicar en él ninguna curva razonable o a veces ni siquiera dejar los cortos metros de recta prescrita entre curvas opuestas, lo cierto es que el ingeniero se ve a menudo obligado a proyectar desarrollos considerables o bien cortes, túneles, altos terraplenes, muros de sostén o viaductos profundos que aumentan extraordinariamente los presupuestos.

Si de la construcción pasamos al cálculo del costo de tracción para explotar una línea, también encontramos cifras considerables. Para demostrarlo, es suficiente determinar el largo virtual del conjunto de curvas y gradientes de un trazado en el sentido más oneroso, o sea, el largo equivalente, recto y horizontal que ofrezca una suma igual de resistencias a la tracción que el trazado que se considera.

En los cálculos oficiales se admite como pendiente de equilibrio del tren ordinario de adherencia el 5‰ y del tren de cremallera el 5,5‰, o sea, resistencias de 5 y 5,5 kilogramos por tonelada en la recta a nivel. El largo virtual L de una rampa i , igual a su propia proyección L_0 más el largo horizontal equivalente en resistencia, sería así para adherencia:

$$L = L_0 \left(1 + \frac{i}{5} \right)$$

y para cremallera:

$$L = L_0 \left(1.1 + \frac{i}{5} \right)$$

La curvatura aumenta con su resistencia el largo virtual en una cantidad

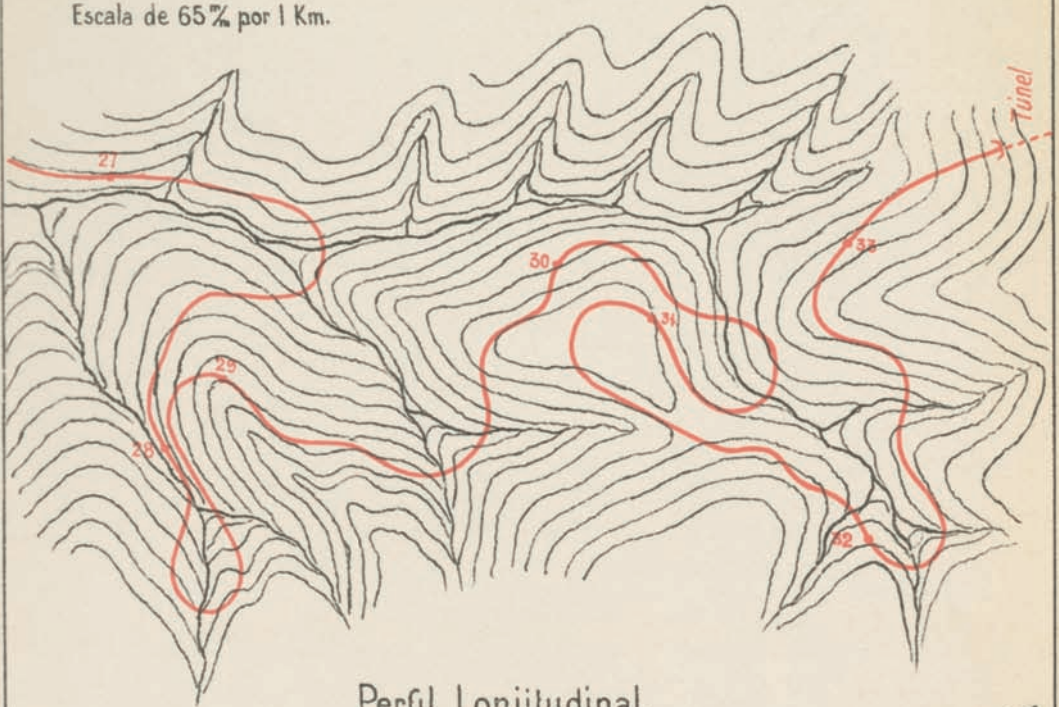
$$\frac{100 t}{r}$$

veces el desarrollo, (t , trocha; r , radio), cantidad de bastante consideración en el agregado.

Para apreciar resultados de conjunto con tales cálculos, citaremos el caso de un anteproyecto de ferrocarril longitudinal, en las partes sin construir entre los ríos Ligua y Copiapó, cuya suma de largos horizontales era de 576 kilómetros y su largo virtual 1.608 kilómetros, cerca de tres tantos, cifra que por otra parte no es anormal en Chile.

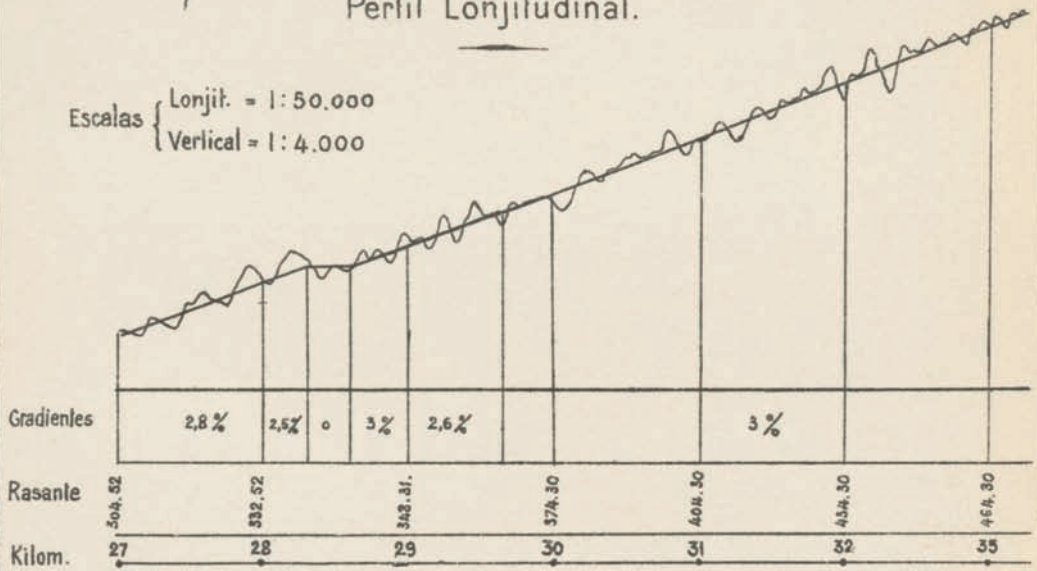
Subida al Tunel de Cavilolen.

Escala de 65% por 1 Km.



Perfil Longitudinal.

Escalas { Lonjit. = 1:50.000
Verical = 1:4.000



Completemos este extracto con algunas generalidades sobre otros problemas que ofrecen la ubicación de estas líneas férreas.

Dejamos dicho que la condición más imperiosa a que están sometidas es de excesiva gradiente complicada con fuerte curvatura, pero esto admite diversas acepciones, según casos que vamos a relatar.

Así, algunas veces la extensión horizontal disponible es pequeña en comparación con la altura para transmontar, de manera que se hace necesario prolongar artificialmente el desarrollo por medio de algunos sistemas de curvas enlazadas, llamados bucles, cuya forma depende del terreno donde se ubican, por ser condición indispensable el plegarlos al suelo lo más severamente posible, dentro del límite del radio mínimo, para evitar trabajos de innecesario costo en movimiento de tierras u obras de arte mayores y menores.

Un ejemplo curioso, aunque no el único, de este género de trazado lo tenemos en el ramal de trocha de 1 m hoy en explotación, que une el puerto de Los Vilos con la ciudad de Illapel y que atraviesa el portezuelo de Cabilolén, situado sobre el mismo cordón costanero que contiene el mínimo Las Astas que ya hemos citado como istmo de unión con la montaña andina.

Como se ve por el plano y perfil que sigue, la diferencia de nivel entre la estación Vacas y la rasante del túnel maestro es de 228 m con una distancia directa de 8.200 m lo cual exigiría aritméticamente una gradiente continua de 2,8%, siendo que el máximo aceptable era de 3%*.

Fue necesario entonces buscar desarrollo artificialmente, entrando y saliendo por las quebradas que ofrecían ensanche propicio donde ubicar la curva de retorno igual o mayor que la semicircunferencia, contornear los accidentes del suelo, bordear las cuchillas con nuevas curvas de gran ángulo y todo ello a media ladera inclinada cerca de 30° y bajo la imposición estricta de no exceder un límite de altura en cortes y terraplenes, los cuales por añadidura deberían ofrecer compensación de volumen y transportes.

Otro ejemplo, esta vez con trocha de 1.68, lo tenemos en el ferrocarril entre Coquimbo y Ovalle que trepa con ayuda de bucles el portezuelo Las Cardas y cuyos detalles pueden consultarse entre las líneas en explotación.

Para suprimir estos desarrollos costosos se ha buscado una solución en la cremallera; pero únicamente en la trocha de 1 metro. Es verdad que la capacidad de acarreo con este sistema disminuye; pero el ahorro en la longitud de la línea es un aliciente, puesto que el empleo de la gradiente del 6% permite alcanzar la misma altura con un desarrollo la mitad del

* El autor del prólogo del libro *Monografía...*, el ingeniero Augusto Knudsen, se equivocó en el cálculo de ese "gradiente continua", estimándola como 4% en lugar de 2,8%. Parecería que, en lugar de dividir 228 por 8.200, lo habría hecho al revés, luego confundíndose respecto a los decimales. Puesto que 2,8% < 3%, la gradiente realmente era inferior a su "máximo aceptable".

3%. Sin embargo, sucede con la cremallera como con la adherencia, que aumentándose las exigencias tiene a menudo que buscar desarrollo, sino en bucles perfectos por lo menos en curvas *S* de grandes ángulos, tanto más onerosas cuanto que el mínimo radio admitido es 140 metros en vez de 80, lo que en terreno muy discontinuo las hace de difícil ubicación aceptable con la alternativa de proyectar viaductos para salvar las quebradas sin introducirse en ellas, o túneles que perforen las cuchillas en vez de costearlas para pasar directamente de una quebrada a otra.

El sistema de bucles y el de cremallera deben mirarse, sin embargo, como excepciones; lo general es que la línea siga su rumbo general con curvas de ángulo moderado, aunque invariablemente en sucesión continua de directas e inversas. Otras veces, por fortuna, el trazado encuentra valles afluentes suficientemente profundos, los cuales utiliza para adquirir, en desarrollo, la altura necesaria a fin de alcanzar la cumbre deseada con las normas prescritas.

Cualquiera que sea el método empleado, una vez llegada la línea a la cumbre, sea a cielo abierto o, bien, acortando subida por medio de un túnel maestro, es necesario enseguida descender, sobretodo tratándose de la vía longitudinal en la región de las penínsulas, donde se alternan los portezuelos con los ríos por la configuración que hemos visto del territorio. El descenso no es ni más cómodo ni más ventajoso que la subida: al contrario, puede ser peor por la diferencia de altitudes a que puede cruzarse el *thalweg* inicial y el final; pero de todas maneras se reproducirán en la línea de bajada, incidencias y problemas enteramente análogos de gradiente, curvatura, desarrollo y obras.

En los ramales transversales, no trasandinos, la gradiente no tiene necesariamente por objeto el cruce de cordones, sino a menudo alcanzar la altitud mayor del punto de término fijado por condiciones comerciales. El gran descenso del terreno desde los Andes al océano, no interrumpido si se siguen los *thalwegs* de desagüe, pero obstruido por la cadena de la costa, en todo otro sentido dista mucho de tener pendiente constante y menos constantemente favorable a los intereses del trazado. La gradiente del suelo que a partir del mar es relativamente suave, crece insensible pero muy determinadamente a medida que se avanza hacia el Oriente hasta alcanzar ya sea local o generalmente, valores fuera de toda norma. Así cualquiera línea que parta de la región de las suaves y desee llegar a las de muy fuertes gradientes, tiene forzosamente que resignarse a seguir un promedio aceptable y para ello tiene desde el comienzo que abandonar los planes del valle para ir a ubicarse en las laderas adyacentes. Este arreglo es otras veces indispensable aun con gradiente moderada por ser muchas de las partes planas sumergibles durante las crecidas de los ríos; pero cualquiera que sea el motivo es el origen de dificultades de ubicación y de construcción enteramente semejantes a las revisadas, sin contar las que acumulan el respeto de los canales de regadío que muchas veces se disputan con la línea los puntos más indispensables. Tales dificultades por una parte y por otra la economía de fondos disponibles para estas obras ha obligado al expediente a reducir las normas generales, rebajando la categoría de estas líneas; pero aún esto, pasado cierto límite, no se consigue sin la disminución de la trocha a la última expresión de 0,60 metros

para avanzar radios de 40 metros y tangentes de 10 metros entre curvas invertidas. El ahorro de cubos que este arreglo provoca no es tanto por la disminución de la plataforma puesto que aquéllos son simplemente proporcionales con ella cuanto porque los cortos radios y tangentes permiten ceñir más estrechamente el trazo al terreno quebrado, con reducción de las acotaciones rojas del proyecto y, por tanto, disminución de los volúmenes de tierras en razón del cuadrado de éstas.

Cuando los trazados transversales llegan a la costa, su ruta más evidente son los *thalwegs* interruptores de la cadena litoral, pero ocurre que hay muchos puertos que no están ubicados en la desembocadura de esos ríos o cauces principales sino más bien cerca de la salida de ciertos esteros que nacen en las alturas de la costa. De este género son, por ejemplo, Valparaíso, Los Vilos, Papudo, San Antonio, Pichilemu, Llico, etc., situados en las inmediaciones de los esteros Quilpué, Conchalí, Agua Salada, Llolleo, Petrel y Vichuquén; siendo evidente entonces que la unión de dichos puertos con el valle central o la línea longitudinal no podrá hacerse sin transmontar los cordones costaneros que se interpongan con cuyo objeto se buscan los portezuelos, más propicios, los cuales en los ejemplos citados son, siguiendo el mismo orden los de San Pedro, Cavilolén, Corrales, Sepultura, El Árbol y Hualañé, de muy variable altura e importancia técnica.

Naturalmente que estos transmontes acarrearán un exceso de gradiente y curvatura, con obras costosas de tierra y arte que elevan mucho los presupuestos, fuera de que el cruce del cordón se hace necesario efectuarlo muchas veces con grandes túneles como los de El Árbol, Cavilolén y San Pedro, ni más ni menos que en la vía longitudinal.

En las regiones del norte, donde la cordillera litoral lleva sus escarpes hasta la misma playa y donde no existen quebradas que den acceso propicio como sucede en Iquique y Pisagua, por ejemplo, el transmonte se efectúa por medio de un prolongado faldeo, reversos y otras complejidades.

Cuando los puertos se hallan situados en la ría misma de los cauces principales, directos de la cordillera andina, es evidente que la ruta está demarcada por sí misma con facilidades mucho mayores, aunque suelen haber entorpecimientos locales de faldeo y otros que no desdican de las peores vías de montaña.

Como resumen de lo que antecede, repetiremos que en los ferrocarriles chilenos se distinguen las líneas longitudinales y los ramales transversales que pueden o no alcanzar la costa, o bien dirigirse hacia la cordillera. Las primeras están ubicadas sobre la traza del valle central, en cuya parte plana tanto la gradiente como la curvatura son moderadas pero en la zona de las penínsulas el transmonte de los istmos da origen a rampas y pendientes alternativas de magnitudes límites y a curvas cerradas numerosas y de gran desarrollo. Las líneas transversales se ubican generalmente en los valles que van a constituir su zona de atracción y cuando son de puro interés local se evitan los presupuestos subidos por todos los medios posibles; sin exceptuar la reducción de la trocha. Pero si el ramal está destinado a alcanzar la costa, su mayor importancia en el movimiento de salida de los productos, unida a la circunstancia de poseer una ruta más difícil por no coincidir hacia el final con los *thalwegs* fundamentales del territorio, dada su distancia de los puertos de término,

hace que se les considere como obras de un valor elevado y, por tanto, acreedores de proyectos de costo superior.

Antes de terminar este prólogo clasifiquemos brevemente los ferrocarriles chilenos atendiendo a los variados productos que están destinados a manejar.

El adjunto mapa indica la ubicación de las diferentes líneas en construcción y explotación, particulares o del Estado con un total general de 6.848 kilómetros.

Los ferrocarriles internacionales que naturalmente cuentan entre sus objetivos los acarreos del comercio exterior, son cinco: uno de ellos Arica a La Paz, se construye por cuenta fiscal, luego veremos sus detalles, y de los cuatro particulares dos de ellos, de Antofagasta a Bolivia y de Los Andes a Mendoza, están terminados y en explotación, mientras que otros dos, también trasandinos, están en construcción, uno de General Cruz por la vía de La Polcura y otro de Monte Águila por la de Antuco.

Si exceptuamos el ramal de Arica a Tacna, también dedicado al comercio de tránsito con Bolivia, todos los ferrocarriles situados al norte del grado 26, incluso el de Antofagasta ya citado, pertenecen a la zona salitrera del país, y en calidad de empresas particulares dedican al servicio de esta industria una longitud colectiva de 2.000 kilómetros.

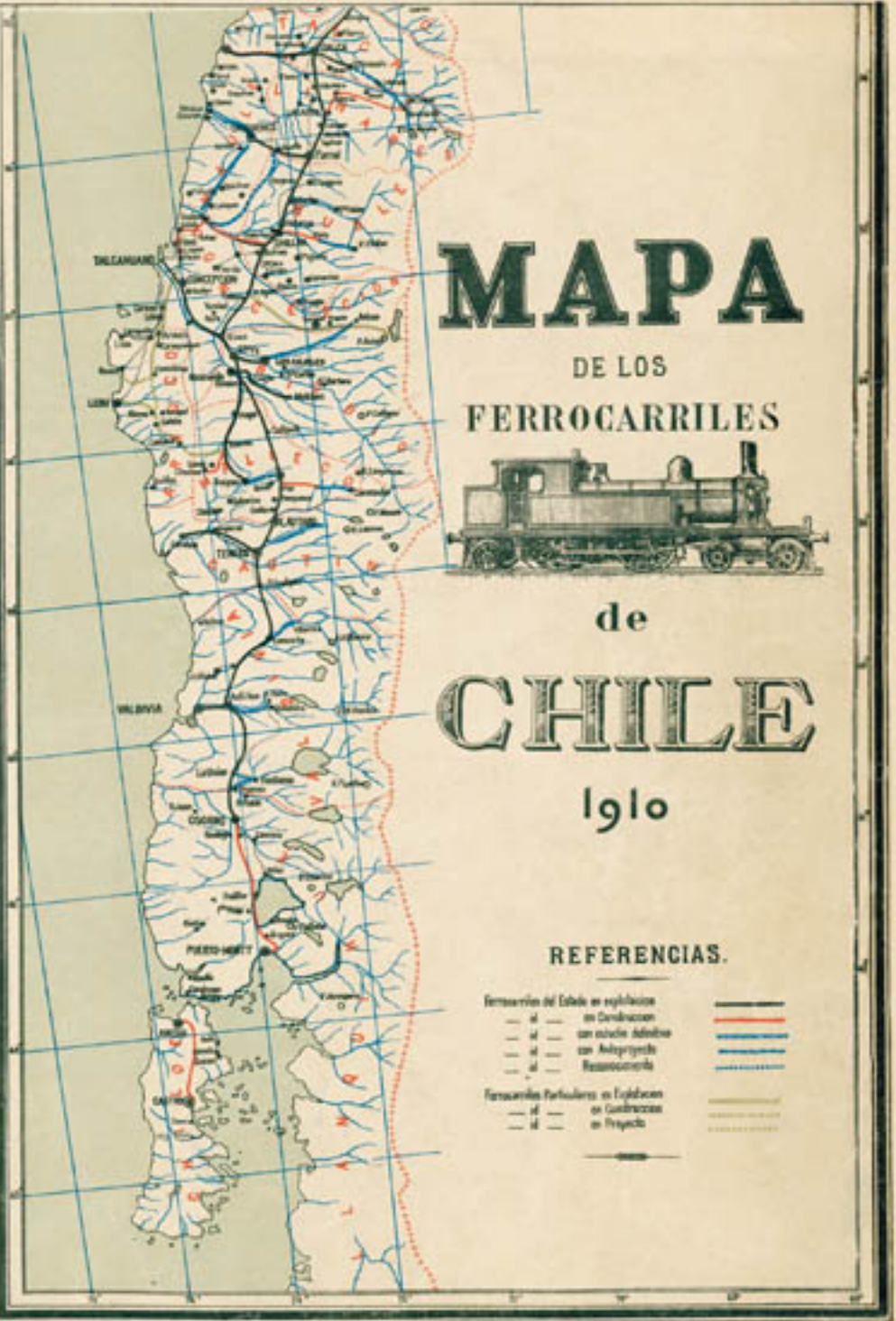
Al sur del grado 26 hasta el 32, está la zona minera propiamente, pero también es agrícola en los valles de Copiapó, Huasco, Coquimbo, Limarí (con sus afluentes de la región de Ovalle) y del Choapa. Las líneas ahí distribuidas, agregan unos 1.200 kilómetros y son en su mayor parte fiscales que quedarán todas reunidas en un sólo sistema por el ferrocarril longitudinal en construcción.

Entre los paralelos 32 y 38 se halla el grueso de la zona agrícola del país, sin perjuicio de la minería que decrece de norte a sur, y de una abundante producción carbonera en la costa, grado 37 al 38. Aquí la agricultura no sólo utiliza los valles transversales de los ríos sino que sus mejores reales están en los terrenos del gran valle central. A su servicio tiene más de 2.000 kilómetros de ferrocarril principalmente de trocha ancha y el transporte de la producción se hace hoy a los puertos de Valparaíso, Constitución y Talcahuano, mientras se habilitan los de Papudo, San Antonio, Pichilemu y Llico cuyos ferrocarriles de acceso se construyen.

Por último, desde el grado 38 al sur está la zona maderera, junto con la agricultura de que es susceptible, y para explotarla tiene 800 kilómetros de línea incluyendo los que están en construcción y también el de Ancud a Castro en la isla de Chiloé.

Las zonas de maderas, pesquería y pastoreo de la región de los archipiélagos no cuentan por ahora con ferrocarriles y todo su tráfico se hace por vía marítima.

AUGUSTO KNUDSEN
INGENIERO JEFE



CAPÍTULO I

LA RED LONGITUDINAL

Un territorio como el de Chile en que predomina sobre todo la dimensión de longitud sugiere naturalmente la idea de un proyecto de vía férrea que lo atravesase en el sentido de esa mayor extensión como medio de fácil unión e intercambio de las diversas áreas y cabeceras entre sí y con el centro de la capital, y tal ha sido sin duda el programa, expreso o tácito, de todos los estadistas chilenos desde mediados del siglo pasado.

Aunque la importancia comercial de Valparaíso, metrópoli de la colonia extranjera que a su vez robusteció las relaciones internacionales de la joven república, apresuró la iniciación de una rama que lo uniera con Santiago, no por eso se descuidó la construcción de la línea matriz hacia el sur, destinada a atravesar las campiñas del valle central para proveer a la intercomunicación territorial y organizar en ellas el emporio de la agricultura nacional.

Esta última línea fue emprendida casi simultáneamente con el ramal de Valparaíso, y desde 1857 cuando se inauguraron, por el presidente don Manuel Montt, los primeros 16 kilómetros a San Bernardo hasta hoy que llega a Osorno, se han entregado a la explotación 959 kilómetros de línea directa y 846 kilómetros de ramales, reputados el complemento indispensable del sistema general, cuya monografía puede consultarse en la memoria especial que se dedica a las vías en servicio activo. Pero sí nos cumple ocuparnos aquí y lo haremos luego con todo detalle, de la última sección de 126 kilómetros que restan para alcanzar el golfo de Reloncaví, término sur del valle central, cuya línea se construye actualmente para unir Osorno con Puerto Montt, como consta en el mapa general de los ferrocarriles chilenos.

Al norte de Santiago se presenta inmediatamente la zona peninsular del territorio, descrita en el prólogo, cuyo primer portezuelo El Tabón, es trasmontado por la línea que va a Valparaíso y que únicamente estimaremos sección longitudinal hasta La Calera, sobre el Aconcagua, por ser ésta la estación más septentrional del trazado de trocha de 1,68 metros, situada a 118 kilómetros de Santiago y de la costa 210. Mencionaremos de paso los dos ramales importantes explotados en esta

región, el uno de 70 kilómetros que va a Valparaíso y el otro 46 kilómetros que en Los Andes da acceso al Trasandino de Uspallata.

De Calera al norte, la vía longitudinal cambia de trocha, reduciéndose a 1 metro, porque la de 1,68 metros que penosamente logró salvar El Tabón se reconoció impracticable en el terreno más quebrado y escabroso de las penínsulas subsiguientes. El trazado entra por el estero Nogales; pero en vez de dirigirse en demanda del principal portezuelo El Melón, se desvía un poco al oeste hacia uno secundario, Palos Quemados, más alto pero también dominando un macizo mucho más delgado que aquél, lo que permitió reducir el túnel maestro a 1.000 metros situándolo a 395 metros de altitud.

El descenso al río La Ligua se hace con ayuda de un elaborado serpenteo en las quebradas accesorias, cruzando en planes los esteros de Catapilco y Jaruro hasta la ciudad de La Ligua, cota 58, y luego remontando este río 20 kilómetros para llegar a la estación de Cabildo, cota 178 y kilómetro 72 de La Calera, término norte por ahora de la explotación longitudinal continua. Más detalles sobre esta sección pueden consultarse en la monografía de la explotación, siendo el objeto de los someros datos anteriores indicar la analogía de ésta con las subsiguientes secciones en construcción.

En Cabildo es donde propiamente comienza la actual construcción del ferrocarril longitudinal que está destinada a terminar en Arica; pero la adopción de esta ruta definitiva no se ha hecho sin considerable discusión y cambio de opiniones altamente acentuadas. La idea de construir el ferrocarril longitudinal es contemporánea a la introducción de este nuevo género de vías de transporte en la economía nacional. Apenas iniciada la construcción de la línea Valparaíso Santiago en 1855, el Estado concedió a una compañía particular el privilegio de un ferrocarril que uniese el puerto de Coquimbo con la ciudad agrícola y minera de Ovalle, a condición de que su trocha fuese igual a la de la línea del sur, o sea, 1,68 metros, en previsión de que con el tiempo habría de salvarse el espacio que separa Ovalle de La Calera.

Naturalmente que la falta de experiencia y datos en aquella remota época no acertaba a darse cuenta de las insalvables dificultades que se opondrían a la continuación de dicha trocha ancha en la región más agreste y montañosa de la planta baja del país; pero el hecho de la estipulación es significativo como prueba de que la idea de una vía a lo largo del territorio se impuso desde el comienzo entre los hombres dirigentes del país.

Como pasaba el tiempo y la oportunidad de la obra se hacía cada día más evidente mientras que las dificultades de su ejecución en vez de amenguar parecían crecer con el mejor conocimiento de todas las condiciones anexas al problema, muchas personas conocedoras prácticas de la configuración general del territorio aconsejaron llevar el trazado por la costa, es decir, a la vista e inmediaciones del mar, como ruta más propicia por dos razones muy poderosas, según alegaban: no ofrecer las fuertes y prolongadas gradientes y contradientes de las regiones serranas del interior, sino muy al contrario una rasante que en su mayor parte podría clasificarse de horizontal, y luego una exención completa de las enormes y costosas obras del trazado por las montañas.

En suma, era el ideal en cuanto a construcción y explotación fáciles.

Esta opinión con que se comprometieron muchas personalidades e ingenieros nacionales, fue combatida por los que sostuvieron que la vía del litoral no ayudaría en nada al desarrollo de la riqueza pública, por cuanto precisamente los productos que lograsen llegar a la costa adoptarían al igual que siempre el transporte marítimo, y luego que las facilidades alegadas de construcción eran más bien especiosas que reales, por cuanto las obras de arte serían frecuentes y grandes en las vías de los cursos de agua, fuera de que no siendo posible bordear continuamente la ribera, la necesidad de acortar trayecto complicaría el trazado con dificultades locales en el encuentro de faldeos y lomajes que incrementarían en proporción nada despreciable tanto las obras como la gradiente y curvatura.

Además de esto figuraba la necesidad estratégica de mantener la línea en el interior.

Con arreglo a estas ideas fue que se construyó la sección La Calera Cabildo que hemos mencionado; pero los partidarios de la vía costanera no desmayaron y lograron hacer iniciar la construcción de un trozo de línea que partiendo del paradero Rayado, cerca de La Ligua, en el anterior ferrocarril, flanquease el cordoncito de Talcalán que conocemos y rematase en Trapiche, sobre el río Petorca, cuyo trazado debía prolongarse por la costa hasta el puerto de Los Vilos que tiene su ramal hasta Illapel, en el interior. Más abajo daremos detalles de este corto ferrocarril y mientras tanto volvamos a la primera ruta de Cabildo al norte, que es la que se ha impuesto definitivamente, la cual analizaremos en su conjunto hasta Arica para enseguida detallarla por secciones.

En la región de las penínsulas, hasta el río Coquimbo, la línea longitudinal atraviesa en general la serie de los istmos descritos, porque diversas desviaciones locales, que en varias ocasiones se han propuesto, han sido definitivamente rechazadas.

De Coquimbo al norte se la quiso desviar hacia la costa hasta poco antes del río Choros, y aun el anteproyecto oficial hecho por un sindicato alemán, aparece en esa forma; pero, parece que prevaleciera el llevarla por Santa Gracia, en razón de sus ventajas estratégicas y mayor zona de atracción, y así seguir incluyendo la serie de istmos hasta el ensanche definitivo del valle central antes de Vallenar.

De esa manera refiriéndonos a los planos de las diversas secciones y al general, pág. 13, el trazado en actual construcción sale de Cabildo a la cota 178 y entra por el valle del río La Ligua con el objeto de tomar altura, lo atraviesa y retorna sobre sí mismo plegándose a los faldeos del margen opuesto alcanzando la cota 312 a la cual penetra en el túnel de 1.270 metros situado bajo el portezuelo La Grupa. Enseguida, desciende rápidamente por los faldeos hasta los planes del río Petorca, bordea a éste, lo cruza cerca de Pedegua y se introduce en el valle longitudinal de Las Palmas en el cual serpentea con adherencia y cremallera, subiendo hasta la cota 1030 con la cual pasa bajo el istmo de Las Palmas con un túnel de 900 metros desde donde desciende siempre con adherencia y cremallera por el valle Quelón hasta cruzar el estero Quilimarí o Tilama en la cota 491, sube otra vez en la misma forma hasta la cima del portezuelo Cristales, cota 866, vuelve a descolgarse por la quebrada Tipay hasta atravesar el estero Pupío y ascender nuevamente a la cota

864 en el túnel Las Astas de 750 metros para en definitiva caer por el estero de Limáhuida hasta el río Choapa, el cual bordea en descenso hasta la estación del mismo nombre, cota 236, donde empalma con el ramal que viene del puerto de Los Vilos. Esta primera sección en construcción comprende 107 kilómetros.

De Choapa a Illapel hay un trecho de 20 kilómetros en actual explotación.

En Illapel comienza otra sección de 97 kilómetros que se construyen hasta San Marcos y es sin disputa la porción más difícil y onerosa en todo sentido, gradiente, curvatura y obras, de todo el trayecto longitudinal.

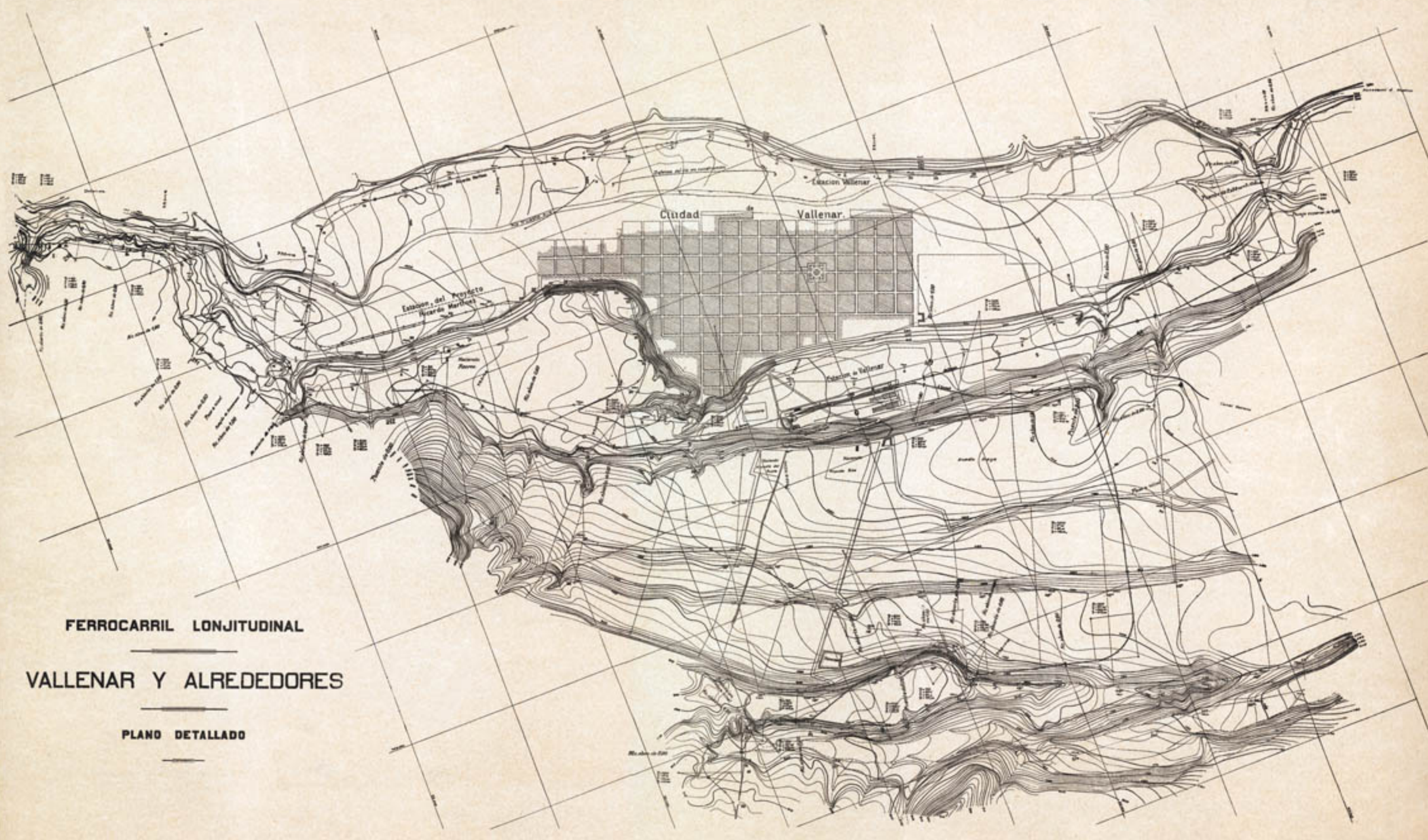
Refiriéndonos al plano respectivo, sale de la estación de Illapel, cota 313, sube por las quebradas Aucó, Chillán, Sánchez y Alcaparrosa, unos 32 kilómetros hasta la altitud de 828, estación de Matancilla, y desde allí la emprende por cremallera de 6% en 10 kilómetros hasta penetrar por nueva adherencia a la cota 1.400 en el túnel maestro del Espino, de 1,480 metros que atraviesa el cordón de la Alcaparrosa, el mismo que contiene el istmo del Zapallo que conocemos. Pasado el túnel desciende por 6 kilómetros de nueva cremallera hasta un nivel 230 metros inferior y de allí por adherencia 48 kilómetros por los valles de Pama y Huatulame hasta San Marcos, cota 552.

En la lámina adjunta puede compararse este trazado descrito que es el del sindicato alemán, salvo el túnel, con unas variantes del ingeniero don Eduardo Barriaga, según las cuales se construye, cuya mayor economía puede apreciarse por la reducción del túnel de 2.200 metros a los 1.480 metros citados, sin ascensión apreciable y supresión de viaductos y otras obras de arte fuera de las ventajas de una mayor zona de atracción con el paso por la cabecera departamental. Se estima que dichas ventajas compensan el exceso de largo de un kilómetro, la mayor curvatura y las contradientes que agregan un exceso de subida de 96 metros verticales por la ascensión de los pequeños portezuelos Mostaza y Crucita.

De San Marcos a Coquimbo y La Serena (plano general p. 13) se extienden 165 kilómetros de secciones que están parte en construcción y parte mucho mayor en explotación, siendo su nómina la siguiente:

Saliendo de San Marcos hay 42 kilómetros en avanzada construcción por la orilla del Huatulame hasta Paloma en la confluencia con el río Grande. Siguen por el río Grande 27 kilómetros en explotación hasta Puntilla cerca de la ciudad de Ovalle y en la confluencia con el río Hurtado, y de Puntilla a Coquimbo y La Serena hay 103 kilómetros de trocha ancha de 1,68 metros también en explotación, los cuales no son más que el antiguo ferrocarril de Ovalle de que hemos hablado, hoy propiedad del Estado. Su trazado asciende por el estero del Ingenio al portezuelo o istmo Las Cardas para descender desarrollado en los bucles que hemos tenido ocasión de citar, por las quebradas afluentes al estero de Lagunilla y finalmente por éste hasta Coquimbo, desde donde sigue por la ribera del mar hasta Serena. Es regular que la trocha de este ferrocarril tenga que reducirse a un metro para amoldarse a las normas del longitudinal del norte.

La sección de La Serena a Vallenar, que viene enseguida, tal vez sufra una variante sustancial, después de salir de Serena y atravesar el río Coquimbo, que es trayecto obligado; pero desde allí se ofrecen dos rutas distintas.



FERROCARRIL LONGITUDINAL
VALLENAR Y ALREDEDORES
PLANO DETALLADO

El anteproyecto oficial propuesto por el sindicato alemán, sigue por la costa y a lo más se desvía al oriente del cerro Juan Soldado, lo que la lleva a cruzar un portezuelo costino llamado Chorrillos en la cota 540 para caer a la quebrada Honda, que es un seno local de la península Coquimbo Choros, en la cota 260, volviendo a su gran proximidad al mar hasta trepar otro portezuelo litoral llamado Buenos Aires de 581 metros de altitud para, enseguida, descolgarse por la llanura de El Molle con rumbo al interior hasta la estación de Trapiche, cota 280 y kilómetro 79 de Serena en la margen sur del río Choros. Desde Trapiche el trazado remonta el río unos 10 kilómetros en busca de un *thalweg* que le permita el acceso a los pasos ístmicos, como vías que en resumen son más expeditas, y lo encuentra en la quebrada N.S. de Yerba Buena en la cual penetra después de cruzar el río Choros en la cota 350, emprendiendo una rápida subida, con cremallera de 6% al final, para llegar al portezuelo Fundicioncita cota 1031; sigue por la quebrada y portezuelo del Incahuasito, cota 1.140, llegando por último a la estación del Chaña, cota 1.126 y kilómetro 122 desde La Serena, sobre el llano de Pajonales que es el primer ensanche del valle central después de la zona de las penínsulas. Después de andar todo el llano Pajonales, salvando los varios accidentes de la localidad, el trazado experimenta un nuevo descenso hasta el paradero Algarrobal, cota 775 y kilómetro 149, volviendo a subir con algunas contragradientes locales para traspasar el portezuelo del Agua Amarga, cerca del mineral Vizcachita, de cota 1.109 y en el kilómetro 172, desde donde toma en bajada la quebrada de Camarones que desemboca en el río Huasco en la cota 796 y kilómetro 187, siguiendo desde allí unos 27 kilómetros por una y otra margen del río Huasco hasta situar la estación de Vallenar sobre una planicie apropiada, en la vertiente norte del barranco del valle, 20 metros más alta que la ciudad, en la cota 419 y a una distancia de 214 kilómetros de La Serena.

La otra ruta, por la quebrada de Santa Gracia y siguientes, que están sobre la traza del valle longitudinal y los istmos, fue reconocida por primera vez en 1890 por el ingeniero don Abelardo Pizarro sin que desde entonces se hayan adelantado los estudios, aunque hoy se la mira con favorablemente por su gran zona de atracción y ventajas estratégicas.

Partiendo de La Serena y después de atravesar el Coquimbo en el mismo punto que el otro trazado, sigue por dicho valle remontando unos 6 kilómetros hasta El Islón en su confluencia con Santa Gracia, penetra en esta quebrada con gradiente, al principio suave, pero que va aumentando progresivamente hasta adquirir el 3% máximo en el portezuelo o istmo principal de Gualcuna, cota 1.118 y en el kilómetro 58 desde La Serena. El descenso hasta el río Choros se realiza con un serpenteo que penetra en las quebradas accesorias siguiendo el rumbo general de la quebrada de los Chañares también traza del valle fundamental alcanzando con gradientes más moderadas la cota 514, a 93 kilómetros de La Serena, en Tres Cruces sobre dicho río.

Observemos que descendiendo aquí por dicho río podríamos llegar a la quebrada de Yerba Buena para tomar el trazado descrito primero, y ello ha merecido la aprobación técnica superior.

El trazado Pizarro vuelve a subir desde Tres Cruces, auxiliándose de nuevos serpenteos suplementarios por la quebrada Pelicano hasta el portezuelo de Pajonales cota 1.257 y kilómetro 141, último istmo de la serie peninsular, para seguir por el llano del mismo nombre, que sabemos es ensanche manifiesto del valle central, aunque salpicado de eminencias y depresiones locales, en demanda del Algarrobal, Vizcachitas y Agua Amarga, confundiendo más o menos con el trazado posterior alemán, excepto en el descenso al hondo cauce del río Huasco en que faldea el barranco alcanzando Vallenar a la cota 396 y kilómetro 215 de La Serena.

La tercera gran sección del *Ferrocarril Longitudinal* se extiende de Vallenar a Copiapó, o mejor a sus inmediaciones, con longitud de 168 kilómetros. Debido a la gran diferencia de nivel que hay entre las aguas del río Huasco y la cresta de los barrancos que forman su valle, el cual es como sabemos un tajo profundo en el valle longitudinal, el trazado que designamos con el nombre de alemán con su estación de Vallenar en la cota 419, o sea, 20 metros sobre la ciudad y el río, comienza a subir faldeando la barranca y llega con 3.250 metros de desarrollo y 3% de gradiente máxima a la cresta de cota 509. En el llano de Marañón que desde allí se extiende sigue una subida moderada hasta el kilómetro 21 desde Vallenar, en el cual se alcanza un pequeño máximo de cota 669, desde el cual se inicia un prolongado y muy suave descenso, con varias contragradientes locales, que se extiende por el llano La Jaula, cruzando un ramal del ferrocarril de Carrizal en el valle del Algarrobal, y termina en Punta Díaz, estación de la línea principal del mismo ferrocarril situada en la cota 475 y el kilómetro 77.

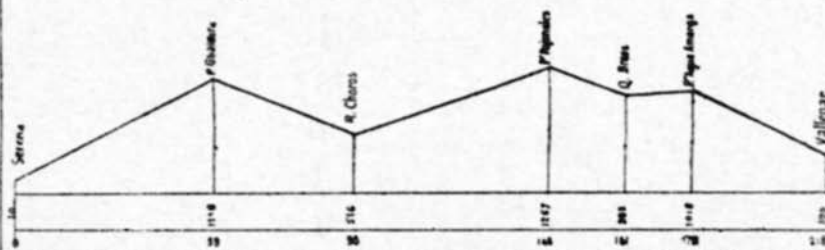
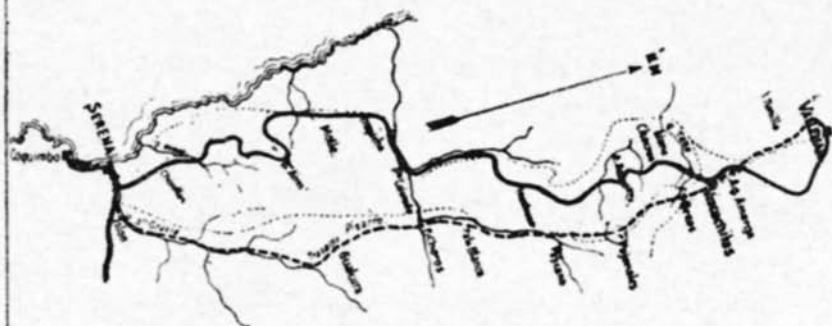
Es muy de notar que estas regiones se presentan como las avanzadas del desierto, escasas de aguas y, por tanto, sin obras de arte de importancia.

De Punta Díaz el trazado sigue descendiendo hasta Agua del Castillo, lecho de quebrada, con cota 313 a 103 kilómetros, y salvado este mínimo comienza a subir pasando un primer máximo, el portezuelo Los Lirios de cota 509 que trae un nuevo pequeño descenso a la quebrada Atacama, cota 429, y Enseguida otra ascensión al portezuelo del Llano Seco, cota 710 y kilómetro 139 desde Vallenar.

Como dijimos, el objetivo de esta sección longitudinal es llegar a Copiapó; pero el arribo directo se dificulta por la interposición de unos cerros notables de manera que hay que desviar el trazado: ya sea al poniente por la quebrada de Toledo para llegar a la estación de este nombre del ferrocarril particular de Copiapó a Caldera o bien al oriente trepando el portezuelo Las Cruces, cota 835, y descolgándose enseguida hasta Paipote, sobre el río Copiapó, cota 445, también estación del ferrocarril mencionado. Este último trayecto tendría la ventaja de llegar directamente a la quebrada de Paipote que es la continuación de la ruta longitudinal norte; pero requiere el empleo de la cremallera y tiene en el agregado un largo virtual algo mayor. Parece que se adoptará el trazado por Toledo, que en 30 kilómetros desciende desde la cota 710 del portezuelo Llano Seco hasta la 295 de Toledo, en el kilómetro 168 de Vallenar.

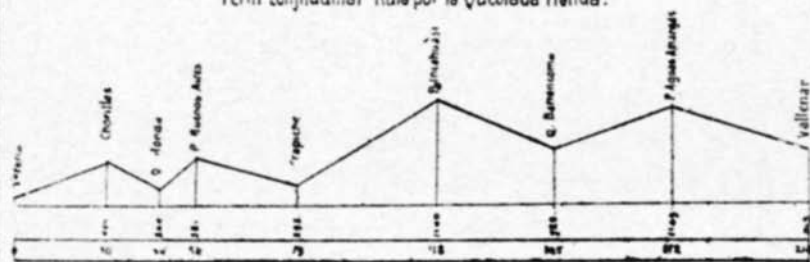
Esta división de 598 kilómetros en lo que queda por construir, entre Cabildo y Toledo más 12 kilómetros hasta Copiapó ha sido dada recientemente a contrata a la Sociedad Howard Syndicate Co. Ltd. por la suma alzada de £4.026.000, paga-

Trazados comparativos del F.C. de Serena a Valparaiso



Perfil longitudinal. Ruta Santa Gracia (Rizarro).

Perfil longitudinal. Ruta por la Quebrada Henda.



deras por amortización anual de 2% y garantía de 5% de interés, con arreglo a los antecedentes legales que a continuación se dan:

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y OBRAS PÚBLICAS
LEY NÚMERO 2.081

Por cuanto el Congreso Nacional ha dado su aprobación al siguiente:

Proyecto de ley

ARTÍCULO PRIMERO: Se autoriza al Presidente de la República, por el término de tres años, para contratar a precio alzado en conjunto o por secciones el estudio, la construcción y el equipo de los ferrocarriles necesarios para unir la ciudad de La Ligua con el puerto de Papudo y el de Arica.

La línea entre Ligua y Copiapó deberá estar terminada antes de cinco años.

Art. 2° El precio total de las obras no excederá de siete millones quinientas mil libras esterlinas (£7.500.000) y se pagará con una amortización acumulativa que no baje de un medio % anual. Mientras no se cancele dicho precio, los contratistas explotarán de sus cuentas las líneas férreas con tarifas aprobadas por el gobierno, y el Estado les garantiza un interés de 5% al año.

Art. 3° Se autoriza el arrendamiento de las líneas férreas fiscales intermedias entre Ligua y Chañaral durante la construcción de los ferrocarriles a que se refiere el artículo 1°, y durante su explotación por los contratistas. Las tarifas se fijarán con la aprobación del gobierno.

Art. 4° Se autoriza al Presidente de la República, por el término de un año, para contratar a precio alzado la construcción de los ferrocarriles de Curicó a Llico y de El Árbol a Pichilemu, por sumas que no excedan de siete millones quinientos mil pesos oro de dieciocho peniques el primero, y de dos millones quinientos mil pesos de la misma moneda el segundo.

Art. 5° Se declaran de utilidad pública los terrenos particulares o municipales, que se requieran para la construcción de los anteriores ferrocarriles, sus estaciones y anexos, en conformidad a los planos que apruebe el Presidente de la República.

Las expropiaciones se llevarán a cabo en conformidad a la ley del 18 de junio de 1857, pudiendo iniciarse las gestiones del caso durante el término de cinco años.

Serán libres de derechos de internación los materiales necesarios para la construcción de las líneas férreas indicadas en el artículo 1° y para su explotación durante cinco años.

El Presidente de la República fijará la clase y cantidad de los artículos liberados.

Art. 6° Se autoriza la inversión de tres millones de pesos (3.000.000) en expropiaciones de terrenos, inspección técnica y otros gastos de los ferrocarriles autorizados por los artículos anteriores, y de trescientos mil pesos (300.000) para estudios de puertos.

Art. 7° La explotación de la línea de Ligua al puerto de Arica, por los contratistas, estará sometida a la ley del 6 de agosto de 1862.

Art. 8° Los contratos que se celebren en conformidad a la presente ley, no podrán transferirse sin autorización del Presidente de la República.

Los contratistas y las personas que representen sus derechos, aún cuando sean extranjeros y no residan en Chile, se considerarán como domiciliados en la república y quedarán sujetos a las leyes del país, como si fueran chilenos, para todo cuanto se relacione con el cumplimiento de dichos contratos, entendiéndose que éstos o quienes adquieran sus derechos no podrán recurrir al amparo diplomático en cualquier dificultad que por la misma causa se produjere.

Y por cuanto, oído el Consejo de Estado, he tenido a bien aprobarlo y sancionarlo; por tanto, promúlguese y llévese a efecto como ley de la república.

Santiago, a veintitrés de enero de mil novecientos ocho.

PEDRO MONTT
JOAQUÍN FIGUEROA

Santiago, 13 de mayo de 1910

S.E. decretó hoy lo que sigue:

Secc. 3ª núm. 882. Vistos los artículos 1° y 2° de la ley número 2.081, del 23 enero de 1908, que dicen:

“Se autoriza al Presidente de la República por el término de tres años, para contratar a precio alzado en conjunto o por secciones, el estudio, la construcción y el equipo de los ferrocarriles necesarios para unir la ciudad de La Ligua con el puerto de Papudo y el de Arica. La línea entre La Ligua y Copiapó deberá estar terminada antes de cinco años; y el precio total de las obras no excederá de siete millones quinientas mil libras esterlinas (£7.500.000) y se pagará con una amortización acumulativa que no baje de un medio % anual. Mientras no se cancele dicho precio. Los contratista explotarán de su cuenta las líneas férreas con tarifa aprobada por el gobierno, y el Estado les garantiza un interés de 5% al año”.

Vista la propuesta presentada por don Alberto Pam, por el Howard Syndicate Limited para llevar a cabo la construcción de la sección de Cabildo a Copiapó, del *Ferrocarril Longitudinal*, por la suma alzada de 4.026.000 libras esterlinas.

Teniendo presente que dicha propuesta se conforma en todas sus partes con los términos de la ley número 2.081, del 23 de enero de 1908, y visto el informe de la Dirección de Obras Públicas.

Decreto:

ARTÍCULO PRIMERO: Acéptase la propuesta presentada por don Alberto Pam, como representante del Howard Syndicate Limited, para llevar a cabo, según el trazado alemán, y las modificaciones ya acordadas y las especificaciones anexas, la construcción de una línea férrea, con sus obras complementarias, que una la estación de Cabildo, en el departamento de La Ligua, con la ciudad de Copiapó y para suministrar el equipo necesario, por el precio alzado de tres millones novecientos ochenta mil libras esterlinas, (£3.980.000) más cuarenta y seis mil libras esterlinas (£46.000) en que se estima el mayor costo de la variante de Santa Gracia.

En este precio están incluidas doscientas cincuenta mil libras esterlinas (£250.000) que corresponden al valor del material rodante necesario para la explotación de la línea.

Las obras cuya construcción se contrata son las siguientes:

1. Línea de Cabildo a Limáhuida, cuyo precio se calcula en novecientas setenta y tres mil ochocientas libras esterlinas (£973.800);
2. Línea de Illapel a San Marcos, cuyo precio se calcula en ochocientas setenta y dos mil quinientas libras esterlinas (£872.500);
3. Línea de Islón (La Serena) a Vallenar, cuyo precio se calcula en un millón quinientas treinta y tres mil setecientas libras esterlinas (1.533.700), más cuarenta y seis mil libras esterlinas (46.000) calculadas para el mayor costo del trazado de Santa Gracia y
4. Línea de Vallenar a Toledo y Copiapó, cuyo costo se calcula en seiscientas mil libras esterlinas (£600.000).

El precio de tres millones novecientos ochenta mil libras esterlinas (£3.980.000) y el de cuarenta y seis mil libras esterlinas (£46.000) para la vía de Santa Gracia, constituyen un solo precio alzado de cuatro millones veintiséis mil libras esterlinas (£4.026.000) que se pagarán garantizando el Estado a los contratistas una amortización acumulativa de 2% anual y un interés de 5% sobre dicho precio alzado, todo en conformidad a lo establecido en la ley número 2.081, del 23 de enero de 1908.

Art. 2° El precio que se fija en el artículo precedente no se aumentará por causa alguna, ni aún por motivo de equidad, ni tampoco se modificará cualquiera que fueren las obras precisas para unir la estación de Cabildo con la ciudad de Copiapó; lo cual se entiende sin perjuicio de las multas y de las primas que dispone el artículo 12.

Art. 3° La línea será de trocha de un metro y su construcción se ejecutará en conformidad a las reglas del arte, a las normas y especificaciones de la Dirección de Obras Públicas y a los detalles que se expresan en el anexo A.

El gobierno entregará a los contratistas copia de los planos, presupuestos y documentos que existan en su poder, ya sean anteproyectos, estudios definitivos de la ruta u otros antecedentes que puedan servir a los contratistas.

Art. 4° Los planos definitivos para la construcción de la línea y de las obras de arte serán sometidos a la aprobación del gobierno y se entenderán aprobados si no fueren observados en un plazo de sesenta días después de recibidos por la Dirección de Obras Públicas, oficina de Santiago.

Art. 5° La suma de doscientas cincuenta mil libras esterlinas (£250.000) que se destina para completar el material rodante, será invertida de acuerdo con el gobierno.

Dicho material será tasado con arreglo a los precios medios que el gobierno ha pagado por equipos similares durante los últimos cinco años.

El gobierno entregará a los contratistas las especificaciones y precios de las locomotoras, coches y carros de diversos tipos que ha adquirido durante ese tiempo.

Art. 6° Durante la construcción de las obras los contratistas podrán usar gratuitamente las secciones ya entregadas y el material rodante que les corresponde, para todos los efectos pertinentes al cumplimiento de este contrato.

Art. 7°. Desde el día en que los contratistas hayan entregado al tráfico, con aprobación del gobierno, y con el material rodante correspondiente en proporción a la extensión kilométrica, secciones del ferrocarril cuyo valor no baje de doscientas cincuenta mil libras esterlinas (£250.000) ya sea en un solo trozo o en secciones que estén unidas a líneas en explotación, según el anexo B, el gobierno empezará a pagar la garantía de 5% de interés anual sobre el importe de dichas secciones. Cuatro años después de esta fecha, o antes si hubiere terminado totalmente la construcción de la línea contratada, el gobierno pagará además la amortización acumulativa del 2% anual sobre el mismo precio, es decir, que el interés y la amortización anuales ascenderán entonces a 7% anual hasta la extinción total del precio de la obra. Dicho interés y amortización serán pagados por el gobierno en la ciudad de Londres, semestralmente los días 30 de junio y 31 de diciembre de cada año. El gobierno depositará los fondos con quince días de anticipación en el Banco de Chile en Londres u otro banco que los contratistas designen.

Los contratistas comunicarán a la Dirección de Obras Públicas, con treinta días de anticipación, la conclusión de cada una de las secciones a que se refiere el inciso precedente; y dichas secciones serán recibidas por el gobierno dentro de los treinta días siguientes a su terminación, siempre que las obras ejecutadas no merezcan reparo.

Para los efectos indicados, el gobierno, toda vez que se reciba de una sección del ferrocarril expedirá a favor de los contratistas un decreto supremo dando por aceptada la parte de obra concluida y garantizando el pago del interés del 5% anual correspondiente al valor de dicha sección desde la fecha de su recepción y, además de la amortización acumulativa del 2% anual después de cuatro años de la referida fecha, o antes si el ferrocarril estuviere totalmente concluido, hasta la cancelación total del precio de la obra.

Art. 8° A fin de acelerar la iniciación del tráfico, los contratistas podrán entregar las secciones con puentes provisionales, y en tal caso se deducirá de la situación de pago correspondiente a la sección respectiva el valor de los puentes definitivos. El valor de estos puentes será pagado después de su construcción definitiva. Si el contratista, por no ser necesario para la explotación inmediata de una o más secciones todo el equipo estipulado, no proveyere desde luego el total de dicho equipo, se deducirá provisoriamente del pago de dicha sección la cantidad de 420 libras esterlinas por kilómetro, y esta cantidad no se pagará hasta que se complete

el equipo estipulado, para lo cual tendrá el contratista un plazo que no exceda de seis meses.

Art. 9º Los contratistas explotarán de su cuenta la línea con tarifas aprobadas por el gobierno, que se fijarán en moneda nacional de oro, y que se regularán sobre la base de que el producto de la línea cubra los gastos de explotación y conservación y de que el servicio satisfaga las necesidades de cada localidad.

El gobierno podrá fiscalizar los gastos de explotación y conservación.

El gobierno no responde por las pérdidas de la explotación.

Los contratistas llevarán la contabilidad en el país, en castellano y en la forma que el gobierno determine, y presentarán balances semestrales el 30 de junio y el 31 de diciembre de cada año.

Todas las utilidades líquidas de la explotación de la línea se destinarán a reembolsar al gobierno las sumas que por intereses y amortizaciones de 7% anual pagará a los contratistas.

El exceso que quedare del producto líquido de la explotación, después de reembolsado el gobierno del 7% anual referido en el inciso precedente, se distribuirá por la mitad entre el gobierno y los contratistas.

Art. 10. Los contratistas garantizan el cumplimiento del presente contrato, con un depósito de cincuenta mil libras esterlinas (£50.000) que han constituido a la orden del gobierno de Chile en la Legación de Chile en Londres. Este depósito ingresará a rentas generales de la nación en caso de que los contratistas no dieren cumplimiento al contrato.

El depósito podrá ser sustituido por bonos de la deuda pública externa de Chile, por consolidados ingleses o por otros valores similares que el gobierno apruebe, y los intereses serán percibidos por los contratistas.

Cumplido el contrato de construcción y explotación, el depósito será restituido a los contratistas.

Art. 11. Desde cinco años antes de que se termine el plazo concedido para la explotación de la línea, el gobierno podrá exigir a los contratistas que tomen las medidas necesarias para que, salvo los daños que provengan de fuerza mayor, les sean entregadas en buen estado de servicio las líneas, el equipo y todos los edificios e instalaciones.

En mora de los contratistas podrá el gobierno hacer por cuenta de éstos los gastos de reparación y conservación que fueren necesarios.

Art. 12. El plazo para el término total de las líneas será de cuatro años, salvo el caso de fuerza mayor.

El plazo se contará desde la fecha del presente decreto.

Si los contratistas entregaran toda la línea totalmente concluida antes de terminarse el plazo de cuatro años, el gobierno les pagará una prima de cuatro mil libras esterlinas (£4.000) por cada mes de anticipo; y en caso de mora en la entrega completa de la línea los contratistas pagarán una multa de ocho mil libras esterlinas (£8.000) por cada mes de atraso.

Art. 13. La locomotora deberá llegar de Cabildo a La Serena dentro del plazo de dieciséis meses y a Copiapó dentro del plazo de tres años.

Art. 14. En conformidad a la ley número 2.081, del 23 de enero de 1908, se declaran de utilidad pública los terrenos particulares o municipales necesarios para la construcción del ferrocarril, y su expropiación se hará por cuenta del Estado.

En conformidad a la misma ley citada, se declaran libres de derechos de interacción los materiales que se destinan a la construcción de la línea que contrata y a su explotación durante cinco años. El Presidente de la República fijará la clase y cantidad de los artículos liberados.

Art. 15. Los contratistas y las personas o sociedades que representen sus derechos se considerarán domiciliados en Santiago y sometidos a las leyes chilenas para todo cuanto se relacione con el cumplimiento del contrato, y no podrán ocurrir al amparo diplomático en ninguna dificultad que con motivo de este contrato se suscitare.

Art. 16. El gobierno nombrará los inspectores técnicos que estime necesarios para vigilar la buena ejecución de las obras y el cumplimiento del contrato. Los inspectores tendrán las facultades que les confiere el reglamento para ejecución de obras públicas.

Art. 17. Los contratistas podrán dar en garantía o traspasar a terceros los créditos que el gobierno les irá reconociendo separadamente por las diversas secciones del ferrocarril que se entreguen concluidas en conformidad a los artículos 7° y 8° del presente contrato.

El pago de los intereses y amortización que corresponden a dichos créditos una vez que éstos queden reconocidos por el gobierno, será independiente en las demás obligaciones que afectan a los contratistas.

Art. 18. Los contratistas podrán organizar en Inglaterra, con arreglo a las leyes inglesas, una o más compañías a las cuales transfieran, con aprobación del gobierno, total o parcialmente los derechos que adquieran y las obligaciones que contraen por este contrato; pero queda subsistente la garantía de cincuenta mil libras. (£50.000) estipulada en el artículo 10.

Art. 19. Los contratistas pagarán dentro de siete meses de la fecha y antes de que se liquide la primera situación de pago, según el artículo 7°, la cantidad que según los libros de la Dirección de Obras Públicas, se haya invertido por cuenta fiscal en las obras hasta el día en que se les haga entrega de ellas, y la Dirección de Obras Públicas liquidará estos gastos en el término de dos meses que se contarán desde la entrega de dichas obras.

Los contratistas se subrogan al gobierno en los contratos que éste ha celebrado hasta la fecha para la ejecución parcial de las obras que contratan y para la provisión de materiales destinados a ella. Pero esta subrogación no perjudicará a las obligaciones que los contratistas contraen en conformidad a los artículos 12 y 13 del presente contrato.

Art. 20. La entrega de las obras en construcción, referidas en el inciso 1° del artículo precedente, se verificará dentro de los cuatro meses siguientes a la fecha de este decreto y los trabajos que se ejecuten en ellas se proseguirán durante este intervalo por el gobierno con conocimiento de los contratistas.

Art. 21. Si a juicio del gobierno fuese conveniente para pronta ejecución de los trabajos importar trabajadores extranjeros, el contratista estará obligado a traerlos, y el gobierno calificará la nacionalidad y buenas condiciones de salud y de conducta de los inmigrantes y pagará el costo de sus pasajes al país.

Art. 22. El gobierno podrá, con autorización legislativa, tomar a su cargo, en cualquier tiempo la explotación del ferrocarril cuya construcción contrata, y en tal caso, se rebajará el precio de la construcción en la cantidad de cien mil libras esterlinas (£100.000) que los contratistas devolverán al gobierno en dinero efectivo.

Si al realizarse el evento contemplado en el inciso precedente los contratistas ya hubieren experimentado pérdidas de explotación, estas pérdidas se deducirán de las expresadas £100.000 y los contratistas devolverán al gobierno el saldo.

Art. 23. El gobierno da en arrendamiento a los contratistas, mientras dure la construcción y la explotación que son materia de este contrato, los ferrocarriles siguientes: De los Vilos a Illapel y Salamanca; de Tongoy a Ovalle; de San Marcos a Coquimbo; de Coquimbo a La Serena; de La Serena a Rivadavia y de Huasco a Vallenar.

El canon del arrendamiento será de cinco mil libras (£5.000) al año, que se pagará por anualidades vencidas.

La explotación de las líneas que se dan en arrendamiento se sujetará a los mismos términos y condiciones establecidas en el artículo 9°.

La entrega de los ferrocarriles que se dan en arrendamiento se efectuará previa facción de inventario de sus líneas, estaciones, bodegas, maestranzas, equipo y accesorios.

El equipo se tasará por peritos y los contratistas responderán por el valor de la tasación.

El gobierno se reserva el derecho de poner término al arrendamiento de una o más de las líneas transversales que menciona este artículo y se rebajará en este caso el canon en proporción al kilometraje de los ramales que se deduzcan del arrendamiento.

Art. 24. Los contratistas podrán llegar con sus trenes sin gravamen para ellos, hasta Papudo y La Calera siempre que no perturben el tráfico lineal.

Redúzcase el presente decreto a escritura pública que firmarán el director del Tesoro, en representación del fisco, y el representante autorizado del Howard Syndicate Limited se insertarán en dicha escritura los anexos A y B y el poder en virtud del cual procede el representante del sindicato.

Tómese razón, regístrese, comuníquese y publíquese.

MONTT
EDUARDO DÉLANO

Cumple hacer notar que durante 1909 y 1910 mientras se presentaban proponentes, el gobierno deseoso de adelantar la obra, prosiguió los trabajos bajo la administración de la Oficina Directora de las Obras Públicas, la cual con sus

ingenieros nacionales abrió el túnel de La Grupa de 1.270 metros y adelantó 460 metros en Las Palmas, 440 metros en Las Astas y 830 metros en El Espino, o sea 66% del total subterráneo maestro, además de la mayor parte del movimiento de tierras y obras de arte de las secciones intermedias.

El Howard Syndicate, según contrato, deberá abonar los gastos ocasionados por estas operaciones que arrojen los libros de la contabilidad oficial, ascendentes hasta la fecha más o menos a 606.902 libras.

Continuando nuestra marcha descriptiva, de Toledo a Paipote pasando por Copiapó y siguiendo a Chulo por la quebrada de aquel nombre, se extienden 36 kilómetros del ferrocarril particular que va al puerto de Caldera, y la traza de estos 36 kilómetros habrá de seguirla más o menos el longitudinal.

De Chulo a Inca de Oro se han terminado recientemente y librado a la explotación 88 kilómetros de la red central, los cuales en atención a que fueron construidos por administración y estar frescas las operaciones, tendrán su descripción detallada en esta memoria.

Por el momento diremos que es una línea sin más obras de arte que una alcantarilla de 2 metros, pues la ausencia de aguas en estos principios del desierto hace superfluas estas construcciones.

El trazado es también sin los grandes accidentes de la zona peninsular, aunque como de ordinario las diferencias extremas de nivel (Chulo 643 m, Inca 1.736 m) son apreciables.

Continuando en dirección al Norte, de Inca al Empalme y de allí a Pueblo Hundido se extiende una nueva sección de 65 kilómetros en explotación que forma parte del ferrocarril fiscal que une el puerto de Chañaral con el interior, el cual contribuye con dicha extensión a la vía longitudinal.

Saliendo de Pueblo Hundido puede decirse que se penetra francamente en el desierto verdadero, región sin recursos de ningún género donde no existen las lluvias ni aún el agua de bebida, la cual por esta razón se cotiza junto con los demás aprovisionamientos y transportes animales a precios que originan ítems respetables en los presupuestos.

Esta circunstancia hace que la mano de obra sea muy cara, de manera que las ventajas de no consultar mayores obras de arte estarían de sobra anuladas por el más subido precio de los jornales sino fuera porque los terrenos del valle central son aquí llanuras y pampas bastante parejas, donde es posible ubicar la línea con un mínimo movimiento de tierras.

Refiriéndonos al plano general (p. 7), la extensión de 686 kilómetros entre Pueblo Hundido y Lagunas, o bien Granja, ha sido también recientemente contratada para su construcción por otra sociedad inglesa: Chilian Longitudinal Railway Construction Co. Ltd. por un precio alzado de tres millones cincuenta y cinco mil setecientos cincuenta libras esterlinas (£3.055.750) de acuerdo con la autorización de la misma ley del 23 de enero de 1907 y con arreglo al decreto supremo que sigue:

MINISTRO DE INDUSTRIA Y OBRAS PÚBLICAS

Santiago, 20 de abril de 1910

S.E. decretó hoy lo que sigue:

Sección 3ª, número 636. Vista la solicitud que precede de don E.P. Coyne, representante autorizado de The Chillian Longitudinal Railway Construction Company Limited, en la que pide se permita a la Compañía asociar al contrato de construcción del *Ferrocarril Longitudinal*, celebrado en virtud del decreto número 1.953, del 25 de octubre de 1909, a la sociedad financiera The Chillian Railway Finance Company Limited, cuyo representante señor J.S.P. Samborne, suscribe también dicha solicitud; y que se hagan en el contrato algunas aclaraciones necesarias para la debida ejecución de la obra;

Teniendo presente:

Lo informado al respecto por el director general de Obras Públicas.

Que las modificaciones propuestas por la Compañía no alteran ni el precio ni las condiciones principales del primitivo contrato y

Que aceptadas estas modificaciones el nuevo contrato se conforma en todas sus partes con los términos de la ley número 2.081, del 23 de enero de 1908,

Decreto:

ARTÍCULO PRIMERO. Acéptase la propuesta presentada por los señores Edward Philip Coyne, en representación de The Chillian Longitudinal Railway Construction Company Limited y John Stukely Palmer Samborne, en representación de The Chillian Railway Finance Company Limited, sociedades que en adelante serán designadas como Los Concesionarios, para llevar a cabo la construcción de una línea férrea y obras complementarias para unir la estación de Pueblo Hundido, del ferrocarril de Chañaral, con la estación de Lagunas, del ferrocarril de Iquique y suministrar el equipo necesario, por el precio alzado de tres millones cincuenta y cinco mil setecientos cincuenta libras esterlinas (£3.055.750), que se pagará garantizando el Estado a los concesionarios una amortización acumulativa de dos por ciento (2%) anual y un interés de cinco por ciento (5%) anual, sobre dicho precio alzado, en conformidad a lo establecido en la ley número 2.081, del 23 de enero de 1908. En este precio está incluido el de cuatrocientas libras esterlinas (£400) por kilómetro, que corresponde al valor del material rodante necesario para la explotación de la línea.

Art. 2º La línea será de trocha de un metro y la construcción se hará conforme a las reglas del arte y a las normas y especificaciones de la Dirección de Obras Públicas y a los detalles que se expresen en el anexo A. El procedimiento adoptado por el gobierno en la construcción de la línea de Inca a Chulo servirá de tipo.

Art. 3º Los planos definitivos, en una extensión de cien kilómetros, deberán someterse a la aprobación del gobierno en el plazo de seis meses contados desde

la fecha en que se firme la escritura pública a que se reducirá el presente decreto, y se entenderán aprobados si no fueren observados en el plazo de treinta días contados desde la fecha en que se reciban en la Dirección de Obras Públicas, en Santiago.

Art. 4° La suma de cuatrocientas libras esterlinas (£400) por kilómetro, destinadas para el material rodante completamente instalado en la línea, se invertirá de acuerdo con el gobierno, y para llegar al justo precio a que los concesionarios proveerán de locomotoras, coches para pasajeros y carros de diversos tipos, el gobierno entregará a los concesionarios las especificaciones y los precios en que ha adquirido equipo similar durante los últimos cinco años, y los concesionarios proveerán del equipo necesario indicado, al precio medio pagado por el gobierno durante el período señalado.

Durante la construcción del ferrocarril los concesionarios tendrán el uso gratuito de las secciones ya entregadas con su material rodante, para los efectos de continuar y concluir la construcción.

Art. 5° El precio de tres millones cincuenta y cinco mil setecientas libras esterlinas (£3.055.750) es precio alzado sin lugar a aumento por causa alguna ni aún por motivos de equidad, y no se modificará cualesquiera que sean las obras necesarias para unir Pueblo Hundido con Lagunas, sin perjuicio de las primas y multas establecidas en el artículo 11 y de la reducción eventual estipulada en el artículo 9°.

Art. 6° Desde el día en que los concesionarios hayan entregado al tráfico, con aprobación del gobierno, cada sección de sesenta kilómetros en un solo trozo o en trozos no inferiores a diez kilómetros, que estén unidos a secciones ya entregadas o a líneas existentes, y la entrega se haga con su respectivo material rodante a razón de cuatrocientas libras esterlinas por kilómetro, el gobierno comenzará a pagar la garantía de cinco por ciento de interés anual sobre el importe de dicha sección, ascendente a cuatro mil doscientas cincuenta libras (£4.250) por kilómetro. Cuatro años después de esa fecha o antes si se hubiere terminado totalmente la construcción de la línea contratada, el gobierno pagará además la amortización acumulativa de dos por ciento anual sobre el mismo precio, es decir, que el interés y la amortización anuales ascenderán entonces a siete por ciento (7%) anual hasta la extinción total del precio de las obras. Dicho interés y amortización serán pagados por el gobierno en la ciudad de Londres semestralmente, los días 30 de junio y 31 de diciembre de cada año, depositando los fondos con quince días de anticipación en el Banco de Chaplin, Milns, Grenfell & C° Limited.

La recepción de cada sección se hará dentro del plazo de treinta días después de haber comunicado los concesionarios a la Dirección de Obras Públicas que esa parte de la obra ha sido terminada, siempre que las obras ejecutadas no merezcan observación.

Para los efectos indicados, el gobierno, toda vez que se reciba de una sección del ferrocarril expedirá a favor de los concesionarios un decreto supremo, dando por aceptada la parte de obra concluida y garantizando el pago del interés del cinco por ciento (5%) anual correspondiente al valor de dicha sección, desde la

fecha de su recepción después de cuatro años de la referida fecha o antes si el ferrocarril estuviere totalmente concluido, hasta la extinción total del precio de la obra.

Art. 7°. Los concesionarios explotarán de su cuenta la línea con tarifas aprobadas por el gobierno, en moneda nacional de oro, sobre la base de que ellas cubran los gastos de explotación y conservación, y que el servicio satisfaga las necesidades de cada localidad. El gobierno podrá fiscalizar los gastos de explotación y conservación y los concesionarios deberán presentar balances semestrales el 30 de junio y 31 de diciembre de cada año. El gobierno no responde por las pérdidas en la explotación. La contabilidad se llevará en castellano, en el país y en la forma que el gobierno determine. Todas las utilidades líquidas en la explotación de la línea se destinarán a reembolsar al gobierno por las sumas pagadas por éste del 7% anual que por intereses y amortización está obligado el gobierno a pagar al concesionario. Cuando el producto líquido de la explotación exceda del dicho 7% anual, el exceso se distribuirá por la mitad entre el gobierno y los concesionarios.

Art. 8°. Los concesionarios garantizan el cumplimiento del contrato con el depósito que han hecho a la orden del gobierno de Chile por la suma de cincuenta mil libras esterlinas (£50.000). Este depósito se trasladará al Banco de Chile en Santiago o a la Legación en Chile en Londres.

En caso de que los concesionarios no dieran cumplimiento al contrato, el depósito ingresará a rentas generales de la nación.

El depósito podrá ser sustituido por bonos de la deuda pública externa de Chile, por consolidados ingleses o por otros valores similares que el gobierno apruebe y los intereses serán percibidos por los concesionarios. Cumplido el contrato de construcción y explotación el depósito será restituido a los concesionarios.

Art. 9°. En caso de que el kilometraje de la línea de Pueblo Hundido a Lagunas resultare inferior a setecientos diecinueve kilómetros, sin contar los desvíos, el gobierno descontará a los concesionarios del precio alzado de la propuesta la suma de cuatro mil doscientos cincuenta libras esterlinas (£4.250) por cada kilómetro de disminución.

Art. 10°. Desde cinco años antes de terminado el plazo concedido para la explotación de la línea, el gobierno podrá exigir que se tomen las medidas del caso para que se entreguen en buen estado de servicio las líneas, equipo y todos los edificios e instalaciones salvo los daños provenientes de fuerza mayor, pudiendo el gobierno hacer por cuenta de los concesionarios los gastos necesarios para su reparación y conservación.

Art. 11°. El plazo para el término total de las líneas será de cuatro años, contados desde la fecha del presente decreto, salvo el caso de fuerza mayor.

El gobierno entregará a los concesionarios una copia de los planos presupuestos y documentos que existen en su poder ya sean éstos anteproyectos, estudios definitivos de la ruta u otros documentos.

Si los concesionarios entregaren toda la extensión de la línea enteramente construida antes de terminar el plazo estipulado de cuatro años, el gobierno les pagará una prima de tres mil libras esterlinas (£3.000) por cada mes de anticipo; y

en el caso de mora en la entrega de la línea, los concesionarios pagarán una multa de seis mil libras esterlinas (£6.000) por cada mes de atraso.

Art. 12°. La locomotora deberá llegar de Pueblo Hundido a Lagunas en el término de tres años y medio, contados desde la fecha de este decreto.

Los primeros sesenta kilómetros serán entregados al tráfico con su respectivo material rodante en el plazo de un año y medio.

Art. 13°. En conformidad a la ley citada en el presente decreto se declaran utilidad pública los terrenos particulares y municipales necesarios para la construcción del ferrocarril y su expropiación se hará por cuenta del Estado. Serán libres de derecho de internación los materiales destinados a la construcción de la línea contratada y a su explotación durante cinco años. El Presidente de la República fijará la clase y cantidad de los artículos liberados.

Art. 14°. A los concesionarios, o a las personas o sociedades que representen sus derechos, se les considerarán domiciliadas en Santiago y sometidas a las leyes chilenas para todo cuanto se relacione con el cumplimiento del contrato y no podrán ocurrir al amparo diplomático por cualquier dificultad que con motivo de este contrato se produzca.

Art. 15°. El gobierno nombrará los inspectores técnicos necesarios para vigilar la buena ejecución de las obras y el cumplimiento del contrato. Los inspectores tendrán la facultad establecida en el reglamento para ejecución de obras públicas.

Art. 16°. La Compañía mientras tenga a su cargo la explotación de la línea principal tomará en arriendo por la suma de diez mil pesos (\$10.000) moneda nacional de oro anuales el ferrocarril de Chañaral a Pueblo Hundido con sus ramales a Los Pozos y a Chulo y la explotación de esta línea se hará en los mismos términos y condiciones estipuladas en el artículo 7° para la línea de Pueblo Hundido a Lagunas.

Art. 17°. Los concesionarios se comprometen a importar, el primer año de su contrato, 800 operarios que no sean asiáticos ni negros para los trabajos del ferrocarril, número que se elevará a dos mil en el curso del segundo año. Estos operarios serán personas de buena conducta y de buena salud, y sus pasajes al país serán por cuenta del gobierno.

Art. 18°. Los concesionarios podrán dar en garantía, o traspasar a favor de terceros, los créditos que el gobierno les vaya reconociendo por las secciones del ferrocarril que entreguen concluidas en conformidad al artículo 6. Estos créditos reconocidos por el gobierno serán independientes de las demás obligaciones que afecten a los concesionarios por este contrato.

Art. 19°. Los concesionarios podrán organizar en Inglaterra, con arreglo a las leyes inglesas, una compañía a la cual transfieran los derechos que les confiere este contrato y las obligaciones que les impone; siendo bien entendido que la garantía de cincuenta mil libras esterlinas (£50.000) estipulada en el artículo 8°, queda subsistente.

Redúzcase el presente decreto a escritura pública que firmará el director del Tesoro, en representación del fisco, y los representantes autorizados de The Chi-

lian Longitudinal Railway Construction Company Limited y de The Chillian Railway Finance Company Limited. Se insertará en dicha escritura el anexo A y los poderes en virtud de los cuales obran los representantes de dichas compañías.

Se deroga el decreto número 1.953, del 26 de octubre de 1909; que aceptó la anterior propuesta de The Chillian Longitudinal Railway Construction Company Limited, para la construcción del mismo ferrocarril y se autoriza al Director del Tesoro para que firme en representación del fisco, la respectiva escritura de cancelación después que haya suscrito la escritura de aceptación de la presente propuesta, dejándose constancia que continuará subsistente la garantía de cincuenta mil libras esterlinas (£ 50.000) para responder al nuevo contrato.

Tómese razón, regístrese, comuníquese y publíquese.

MONTT
EDUARDO DÉLANO

Este trozo se descompone en varias secciones que se demarcan por su empalme con ferrocarriles transversales actualmente en activo servicio, a saber:

De Pueblo Hundido a Aguas Blancas 287 kilómetros entre el ferrocarril fiscal de Chañaral ya dicho y el particular de Coloso a Aguas Blancas de trocha 0,76 m.

De Aguas Blancas 164 kilómetros a Pampa Central, o Cerrillos estaciones del ferrocarril de Antofagasta a Bolivia de trocha 0,76 metros.

De Pampa Central a Pampa Alta otra estación del mismo ferrocarril a 12 kilómetros de la primera, o a Cerrillos a 50 km, cuyo trayecto habrá de seguir el *Longitudinal*.

De Pampa Alta a Santa Isabel del Toco 113 kilómetros que empalman con el ferrocarril de Tocopilla de trocha 1,07 metros.

De Santa Isabel a Santa Fe, 23 kilómetros ocupados por un ramal N.S. del mismo ferrocarril de Tocopilla, en que el trazado fiscal se aparta ligeramente hacia el poniente.

De Santa Fe a Lagunas o a Granja 119 kilómetros que no ofrecen nada de notable si se exceptúa el cruce y accesos del río Loa, con empalme a su término con el ferrocarril salitrero y particular de Iquique de trocha 1,44, cuya intensa explotación abarca desde Lagunas a Zapiga dominando los yacimientos salitrales en una extensión de 201 kilómetros. Esta ruta la habrá de seguir también el longitudinal, según los arreglos que se determinen.

Finalmente, desde Zapiga hasta Arica hay 210 kilómetros de territorio, si no desconocido por lo menos sin datos técnicos ordenados; pero el cruce de los profundos *thalwegs* andinos de Camiña, Camarones, Víctor y Azapa hace presumir interesantes problemas.

Siguen todavía de Arica a Tacna 63 kilómetros de ferrocarril particular de trocha 1,44 que desempeñará en el sistema longitudinal igual papel que otros análogos del sur.

De Tacna al norte hasta el río Sama, límite con Perú, aún no existe proyecto definido, pero es posible que se pretenda llegar a Tarata.

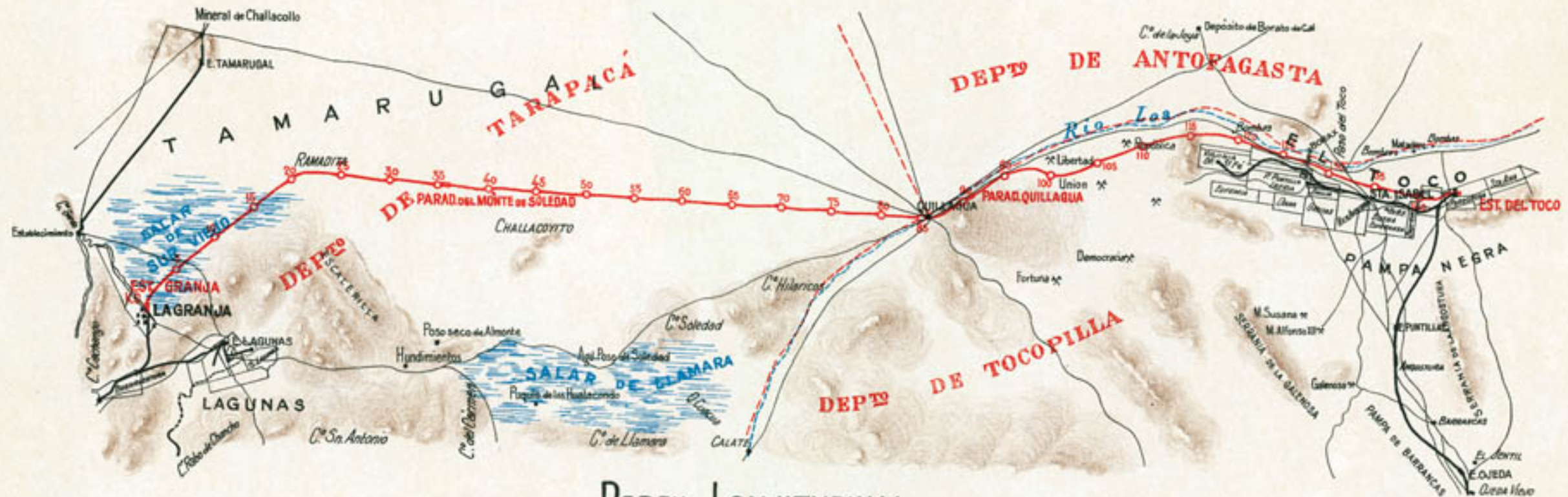
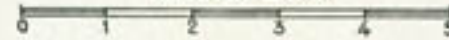
El cuadro que sigue resume todas las secciones en que hemos dividido este dilatado trayecto y en letras cursivas se enumeran los trozos que particularmente vamos a detallar más abajo en el orden en que aparecen:

<i>Designación</i>	<i>Longitud en kilómetros</i>			
	<i>Estudios hechos o construcción contratada</i>	<i>En construcción</i>	<i>Explotación</i>	
			<i>Fiscal</i>	<i>Particular</i>
Tarata-Arica	Sin	estudiar		
Tacna-Arica				63
Arica-Zapiga	210	Sin	estudiar	
Zapiga-Lagunas				201
<i>Granja-Santa Fe</i>	119			
Santa Fe-El Toco				23
<i>Toco-Pampa Alta</i>	113			
Pampa Alta-Pampa Central				12
<i>Pampa Central-Aguas Blancas</i>	164			
<i>Aguas Blancas-Pueblo Hundido</i>	287			
Pueblo Hundido-Inca de Oro			65	
<i>Inca de Oro-Chulo</i>			88	
Chulo-Toledo				36
<i>Toledo-Vallenar</i>	168			
<i>Vallenar-La Serena</i>	214			
Serena-Puntilla			103	
Puntilla-Paloma			27	
<i>Paloma-San Marcos</i>		42		
<i>San Marcos-Illapel</i>		98		
Illapel-Choapa			20	
<i>Choapa-Limáhuida</i>		6		
<i>Limáhuida-Cabildo</i>		101		
Cabildo-Calera			72	
Calera-Osorno			1.072	
<i>Osorno-Puerto Montt</i>		126		
	1.275	373	1.447	335
TOTAL GENERAL		3.430 kilómetros		

Estamos ahora en aptitud de entrar a hacer la monografía detallada de las diversas partes del *Longitudinal*, en construcción o contratadas, comenzando por la gran porción de 683 kilómetros entre Granja o Lagunas a Pueblo Hundido, adjudicada recientemente a la corporación Chilian Longitudinal Railway Construction Company Limited, según contrato cuyos antecedentes están en la página 43 y siguientes.

FERROCARRIL LONGITUDINAL DE GRANJA AL TOCO

Kilómetros



PERFIL LONGITUDINAL

Escala

Metros



Kilómetros

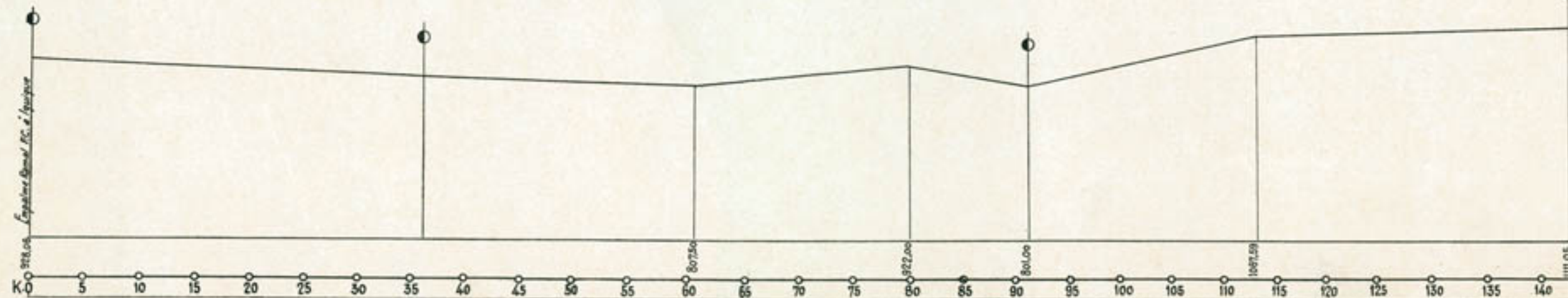


EST. GRANJA

PARAD. DEL MONTE DE SOLEDAD

PARAD. QUILLAGUA

EST. DEL TOCO



1ª SECCIÓN
DE GRANJA A SANTA FE Y SANTA ISABEL DEL TOCO,
119,6 KILÓMETROS

La Granja es una importante oficina salitrera y estación del ferrocarril de Iquique, otra de cuyas ramas comunica con la oficina Lagunas, situada más al sur y también término propuesto del longitudinal.

El trazado que arranca de Granja es ventajoso por su facilidad de construcción, pues hasta la línea del río Loa cruza una pampa plana de escasa gradiente y curvatura salvo al final, según puede verse en el plano y perfil adjuntos.

La salida de La Granja, cota 928 se verifica con una curva de 500 metros de radio, que termina en una tangente de 7.720 metros, siguiéndose nueva curva de radio de 1.000 metros y otra tangente de 11.360 metros que remata en la estación de Ramaditas, confluencia de los caminos que vienen del mineral de Challacollo y del poblado valle de Huatocondo, en demanda de la costa.

De Ramaditas, cota 901 y km 19,567, sale con curva de 300 metros y se extiende en una tangente de 64.144 metros*; única en Chile y muy por encima de las mayores existentes o proyectadas en el sur, la cual lleva intermedio el paradero Monte Soledad, kilómetro 36 y cota 842, situado en el punto más próximo al Pozo de Gobierno en el salar de Llamara.

En toda esta extensión no son necesario obras de arte, a pesar de existir numerosos cauces secos que en calidad de pequeñas depresiones son los únicos accidentes que interrumpen la monotonía de la pampa, por lo menos hasta el kilómetro 66 en que los cerros de Hiláricos ofrecen un resalto brusco que es necesario salvar con gradiente de 2% en 1.300 metros.

La tangente de 64 kilómetros, dirigida casi rigurosamente según la línea N.S., termina en el kilómetro 84, a contar de Granja, y allí el trazado se inclina bruscamente 135 grados al S.O. con curva de 500 metros y desarrollando otra tangente de 3.165 metros que lleva caída hacia el Loa, la cual se formaliza, Enseguida, acompañada de una fuerte curvatura y grandes movimientos de tierra hasta que se cruza el río con un puente de 60 metros de tramo único y rasante de 14 metros sobre las aguas llegando inmediatamente después a la estación de Quillagua, en la margen opuesta, kilómetro 92 y cota 801, esta última la menor del trazado.

De Quillagua sube primero con fuerte gradiente de 2½%, la cual se suaviza poco a poco, como asimismo la sucesión de curvas directas e inversas y las obras de tierra, en todo caso algo menores que las del lado oriente del río, llegando a la estación de Santa Fe kilómetro 119,6.

Allí dijimos que empalmaría con el ferrocarril particular de trocha 1.067 metros que conduce a Santa Isabel, pero también puede seguirse un trazado independiente acercándose al río y bordeando el camino público, que es lo que hizo la

* No es totalmente claro qué quiso decir con eso el ingeniero Dolarea, autor del capítulo. Por la palabra 'tangente' se referiría a una línea recta, y es efectivo que el ferrocarril entre Ramaditas y Soledad es muy recto; sin embargo, la distancia entre las dos estaciones es de 24,70 km.

comisión fiscal llegando hasta Santa Isabel con la cota 1.110,00 y kilómetro 143,7 desde la Granja.

Este trazado fue hecho en 1899 por una brigada, al mando del ingeniero don Santiago Muñoz, miembro de la Comisión Explotadora del Desierto que presidía don Francisco San Román.

El movimiento total de tierras de estos 144 kilómetros asciende a:

508.641 metros cúbicos de cortes.

641.146 metros cúbicos y terraplenes.

Los perfiles tipos de estas obras de tierra constan de la lámina respectiva para trocha de un metro y regiones al norte de Copiapó.

No hay en este trayecto otra obra de arte que el puente mayor sobre el Loa.

La vía permanente consulta además de los 144 kilómetros principales un largo de 1.500 metros de desvíos.

El material de esta vía, común a todo el sistema longitudinal y que se indica en las figuras respectivas, consiste en un tipo de riel de 25 kilogramos por metro, empleado sin sillas de asiento ni de detención. El largo de las barras es de 10 metros con rieles cortos de 9,915 metros y de 9,870 metros, correspondiente el último a la longitud del arco interior de la curva de 80 metros de radio. Las eclisas, pernos y escarpas son del tipo de la lámina, pesando las primeras 6 kilogramos en un largo de 0,545 metros y uniéndose a cada riel con tres pernos de 0,445 kg cada uno. Las escarpas de peso 0,260 kg se clavan de a pares en cada apoyo de riel recto sobre el durmiente y de a tres en las curvas. Los durmientes tienen las dimensiones de 1,80 metros por 0,10 metros por 0,125 metros y se colocan en número de 1.500 por kilómetro de vía, quedando los dos durmientes de cada juntura a 0,46 metros y los siguientes a cada lado a 0,57 metros y los demás a 0,76 metros unos de otros.

Las estaciones y paraderos son seis, como sigue:

Granja

Ramaditas

Soledad

Quillagua

Santa Fe

Y, Santa Isabel, común con la sección que sigue de Santa Isabel a Pampa Alta. Las gradientes del nivel suman 33,059 km, o sea, 27,7% de los 119,6 kilómetros del trazado.

2ª SECCIÓN

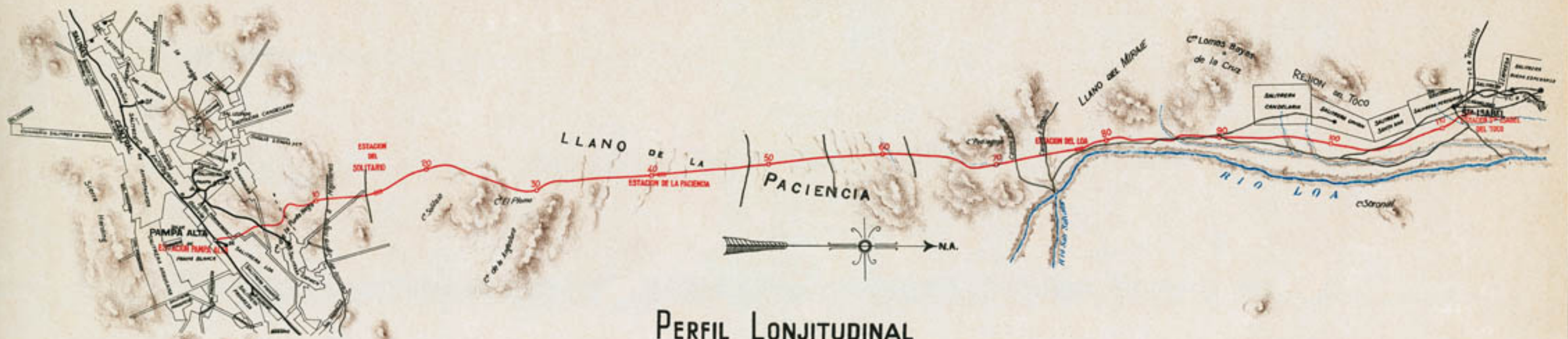
DE SANTA ISABEL DEL TOCO A PAMPA ALTA

113 KILÓMETROS

La estación de San Isabel está fuera de la del ferrocarril particular salitrero al puerto de Tocopilla. La circunstancia de hallarse en las proximidades del río Loa, a unos 5 kilómetros, le asegura la provisión de toda el agua necesaria, mediante instalaciones adecuadas, y además el acceso a la costa por intermedio de la lí-

FERROCARRIL LONGITUDINAL DE PAMPA ALTA A STA. ISABEL DEL TOCO

Kilómetros

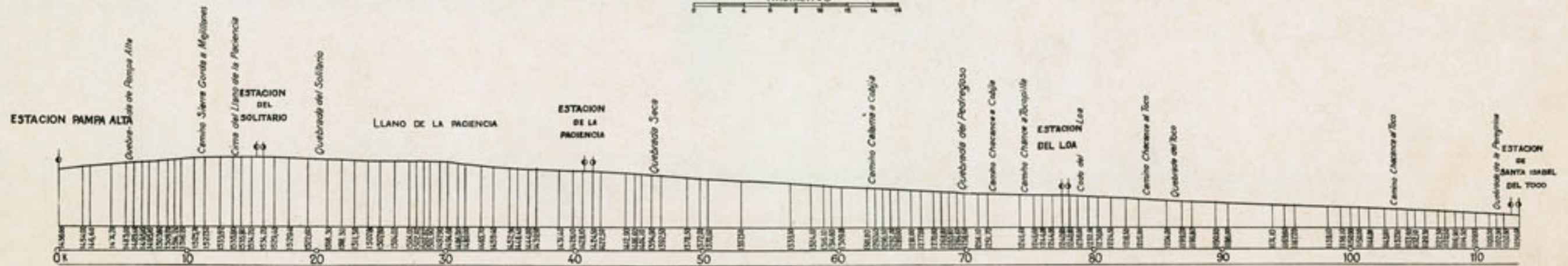
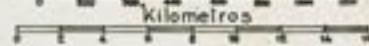


PERFIL LONGITUDINAL

Escalas

Metros

Kilómetros



nea mencionada justifican la categoría en que la ha colocado como estación de término, con cuyo objeto se proyectan construir en ella todas las dependencias anexas necesarias, como, por ejemplo, casa para cuatro locomotoras, maestranza, instalaciones hidráulicas y tornamesa. Éstos y los demás servicios ordinarios se instalarán en un terreno que mide 600 metros de largo.

Saliendo de la estación, cota 1.096 y kilómetro 113 desde Pampa Alta, el trazado se mantiene paralelo al Loa, remontándolo con gradiente suave, no mayor de $\frac{1}{2}\%$, y pasando frente al cordón de oficinas salitreras de esa región como Peregrina, Santa Ana, Unión, Candelaria, etc., que tiene su término en el cerro de Lomas Bayas, kilómetro 90. Flanqueado este cerro, la línea se aproxima gradualmente al río hasta la estación El Loa, cota 1.240 y kilómetro 82, situada en el recodo del cauce, frente a Chacance, cuyos caminos llegan hasta el ferrocarril.

Desde El Loa va a bordear el cerro Pedregoso y penetra en el Llano de la Paciencia siempre subiendo con gradientes que no alcanzan el 1% al final, y además, con alguna curvatura penetra en una nueva región salitrera de extensos e importantes yacimientos en cuyo medio está Pampa Alta, cota 1.436 y kilómetro 0 de nuestro trazado, la cual es como hemos dicho estación del ferrocarril de Antofagasta a Bolivia.

En esta sección las gradientes horizontales suman 9.790 metros y por lo mismo que está sobre llanuras parejas tiene un movimiento de tierras por demás moderado el cual asciende a 76.084 metros cúbicos de cortes y 248.060 metros cúbicos de terraplenes la mayor parte de empréstitos a pala. Los perfiles tipos de estas obras son los mismos de la lámina que hemos citado.

Las obras de arte son escasas alcantarillas menores en las inmediaciones del río con un total de 558 metros cúbicos de albañilería de piedra.

El material de la vía es el mismo descrito y común a todo el longitudinal, cuyos tipos constan de la lámina respectiva estando dispuestos como se dijo en la primera sección.

Para los 113 kilómetros de vía y $2\frac{1}{2}$ kilómetros de desvíos se necesitarán las cantidades siguientes:

Rieles	5.775	toneladas
Eclisas	277,20	toneladas
Pernos	61,68	toneladas
Escarpias	189,18	toneladas
Durmientes	173.250	unidades

Este proyecto fue desarrollado por el ingeniero don Emiliano Jiménez de la misma comisión exploradora que presidía don Francisco San Román.

Desde Pampa Alta hasta las estaciones Pampa Central y Cerrillos, del mismo ferrocarril, median respectivamente 12 y 50 kilómetros. Ambas han sido propuestas como origen del *Longitudinal del Sur* que va a Aguas Blancas, con la circunstancia de que el primer trazado tiene un desarrollo de 164 kilómetros y el segundo uno de 118 kilómetros, de manera que aún restando del mayor los 38 kilómetros, que separar Cerrillos de Pampa Central, se obtiene 126 kilómetros, es decir, 8 ki-

lómetros en exceso que por Cerrillos, debido a la mayor curvatura y rodeo de la primera ruta.

Por este motivo concretaremos nuestra atención al trazado por Cerrillos.

3ª Y 4ª SECCIONES DE CERRILLOS A PUEBLO HUNDIDO

Los estudios definitivos de estas dos divisiones del *Longitudinal* con sus planos completos de conjunto y detalle, fueron hechos por comisiones al mando del ingeniero don Isidro Dolarea, quien colocó el cero del estacado en Pueblo Hundido, de manera que tanto los planos como la memoria que siguen, lo consideran en sentido Sur-Norte.

Memoria

Este trazado de ferrocarril forma parte del gran *Longitudinal* a Tarapacá y comprende un largo de 407 kilómetros 900 metros entre Pueblo Hundido (estación del ferrocarril de Chañaral) y Cerrillos (estación del ferrocarril de Antofagasta a Bolivia).

Este estudio se ha hecho en cuatro secciones que son:

Sección de Pueblo Hundido a Altamira	km	90,900
Sección de Altamira a Catalina	km	75,760
Sección de Catalina a Aguas Blancas	km	123,100
Sección de Aguas Blancas a Cerrillos	km	118,140

Importancia

Prescindiendo de la importancia que tiene como parte del *Longitudinal*, servirá para poner en comunicación el valle de Copiapó con toda la zona del norte hasta Antofagasta, agregándose a este estudio los trozos de Pueblo Hundido a Inca de Oro y de Inca de Oro a Copiapó.

Además, proporcionará medios de transportes a innumerables minerales de importancia que existen principalmente en los departamentos de Chañaral y Taltal y gran número de pertenencias salitreras de los mismos departamentos y probablemente a otras que se ubicarán en el departamento de Antofagasta.

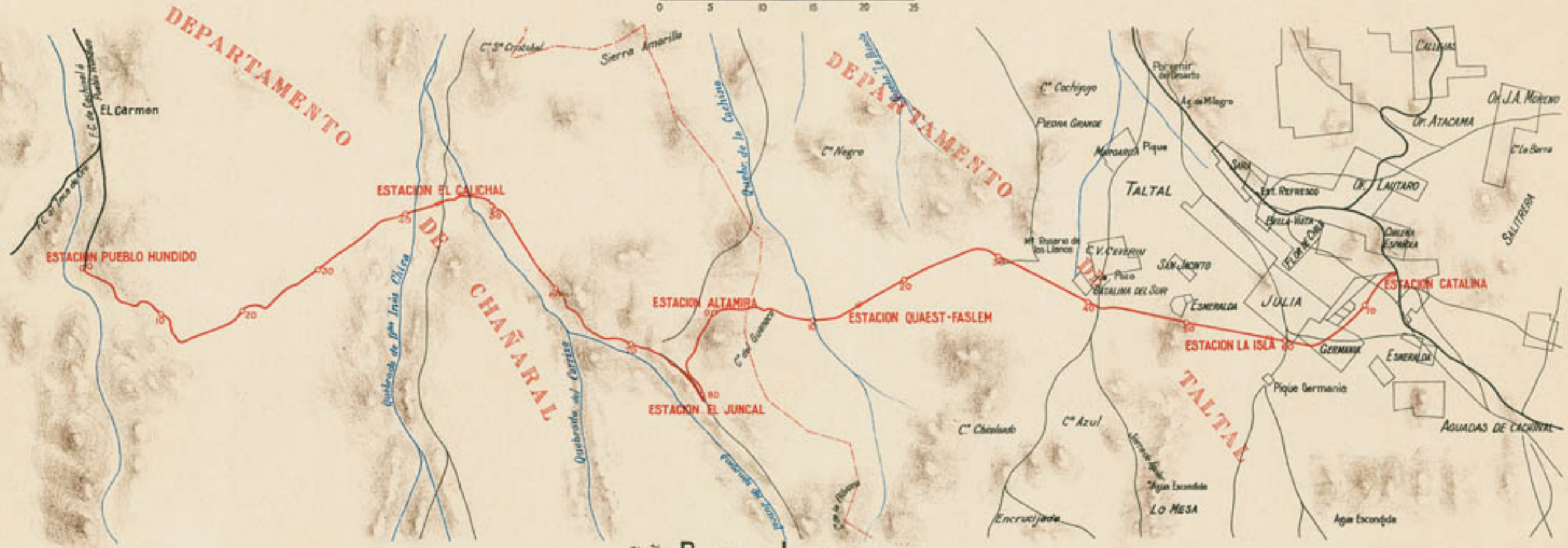
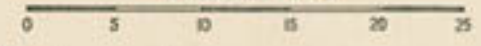
Trazado

Estas secciones empiezan en Pueblo Hundido, cota 791, y sigue la pendiente natural del terreno hasta el kilómetro 6, por el cruce del río Salado; desde el kilómetro 6 se sigue un afluente del mismo hasta el kilómetro 15,500, cota 1.085, punto donde más o menos se entra al llano que se extiende hasta la entrada de Carrizo y Juncal. Esta última subida en un largo de 3.400 metros, tiene una gradiente de 3%, gradiente obligada por la configuración del terreno.

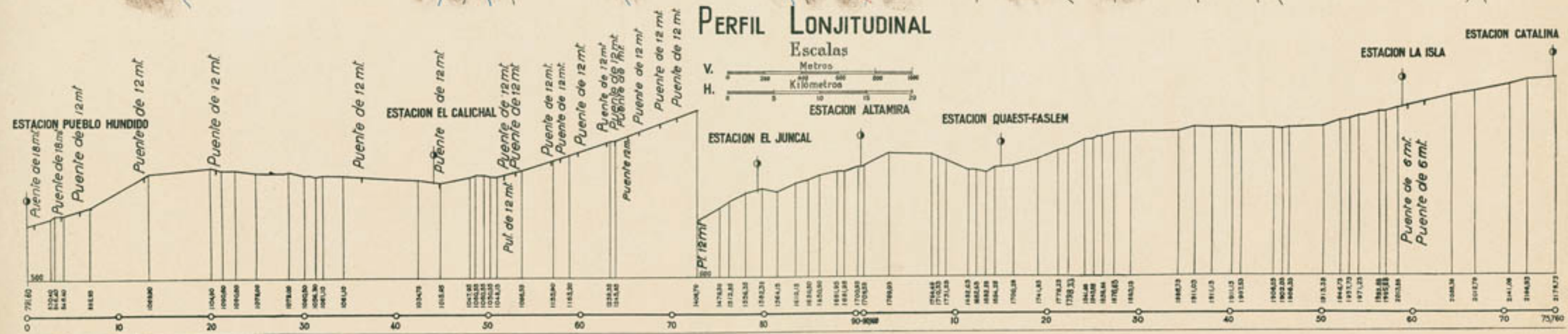
Sigue el trazado desde el kilómetro 15,500 por el llano con algunas contrapendientes de poca consideración hasta llegar a las quebradas del Carrizo y Juncal en

FERROCARRIL LONGITUDINAL DE PUEBLO HUNDIDO Á CERRILLOS - SECCION PUEBLO HUNDIDO Á CATALINA

Kilómetros



PERFIL LONGITUDINAL

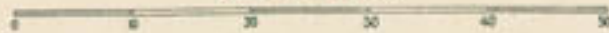


FERROCARRIL LONGITUDINAL

DE

PUEBLO HUNDIDO A CERRILLOS - SECCION CATALINA A CERRILLOS

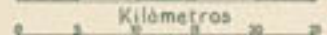
Kilómetros



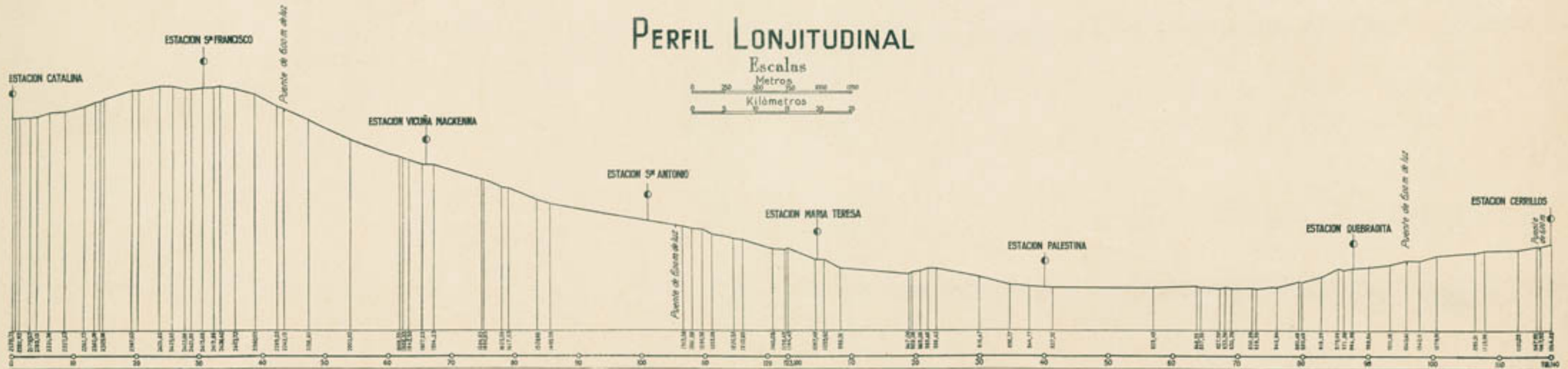
PERFIL LONGITUDINAL

Escala

Metros



Kilómetros



el kilómetro 59,900, cota 1.048, desde cuya cota se empieza nuevamente a subir siguiendo el cauce de la quebrada del Juncal hasta el kilómetro 80, cota 1.582; en esta parte se abandona la quebrada para subir al llano de Altamira y terminar el trazado en el kilómetro 90,900, cota 1.709.

Este trazado fue estudiado por el señor José Heuisler.

Desde Altamira sigue al norte el trazado de la segunda sección de Altamira a Catalina que hasta el kilómetro 3 sube a la cota 1.770; delante de este kilómetro hubo necesidad de dar una contrapendiente de más o menos 100 metros para cruzar la quebrada de la Cachina, kilómetro 13,300 cota 1.668, cota más baja del trazado de la sección; desde esta cota se sube hasta llegar a Catalina, cota 2.179.

Esta contrapendiente de 100 metros ha sido inevitable, pues de otras maneras habría habido necesidad de dar grandes desarrollos al trazado, que habrían producido mayores largos virtuales.

Esta sección fue estudiada por el ingeniero que firma esta memoria.

Tercera sección de Catalina a Aguas Blancas

Empieza en Catalina, estación del ferrocarril de Taltal. El perfil de este trazado tiene un punto más alto en el kilómetro 44, cota 2.426, y puede decirse que está formado de dos partes: una que sube, que parte desde Catalina hasta ese kilómetro 44, y la otra que baja desde ese mismo kilómetro hasta Aguas Blancas, kilómetro 123,100, cota 1.059. El trazado cruza en todo su largo terrenos poco accidentados y en su totalidad calichosos.

Esta sección fue estudiada hasta el kilómetro 73 por el ingeniero Z Manuel Pulido, y desde este kilómetro hasta Aguas Blancas (50 km) por el ingeniero que suscribe.

Cuarta sección de Aguas Blancas a Cerrillos

Esta sección empieza en las proximidades de la pampa salitrera denominada María Teresa, desde cuyo punto, cota 1.059, baja hasta el kilómetro 17 cuya cota es 945; desde este kilómetro se dio una contrapendiente hasta el kilómetro 74, desde donde empieza a subir hasta el final del trazado, Cerrillos (estación del ferrocarril de Antofagasta a Bolivia), cota 1.165.

Esta sección fue estudiada por el ingeniero que suscribe.

Los estudios definitivos de las tres últimas secciones que comprenden desde Altamira a Cerrillos y los planos de las cuatro secciones, fueron confeccionados por la comisión que ha estado bajo las órdenes del infrascrito.

Rectas y curvas

En la sección de Pueblo Hundido a Altamira el largo total de los elementos rectos suman 73.439,31 metros y las curvas 17.460,69 metros que les corresponden con radios desde 100 a 3.000 metros; el número de curvas es de 125.

Para la sección de Altamira a Catalina resulta el total de elementos rectos de 70.879,46 metros, y para las curvas 4.880,54 que corresponden a radios comprendidos entre 300 y 4.000 metros; el número de curvas es de 37.

La sección de Catalina a Aguas Blancas está formada de 118 kilómetros 591,14 metros de elementos rectos y 4 kilómetros 508,86 metros de curvas, con radios comprendidos entre 200 y 1.000 metros, el número de curvas es de 45.

La sección de Aguas Blancas a Cerrillos, consulta 76 curvas con radios variables entre 200 y 1.000 metros, con desarrollos de 8 kilómetros 831,84 metros. Los elementos lineales tienen un largo total de 109 kilómetros 308,16 metros.

Obras de arte

En la sección de Pueblo Hundido a Altamira se consultan numerosas obras de arte, principalmente entre los kilómetros 50 y 80, donde la línea se encuentra ubicada en la quebrada del Juncal y se ha tenido que cruzar su cauce en varias partes.

En las secciones de Altamira a Catalina, Catalina a Aguas Blancas y Aguas Blancas a Cerrillos, se consultan relativamente pocas obras de arte.

En ninguna de las secciones se proyectan obras de arte de importancia. Todos los puentes tienen como mayor tramo 6 metros, y se ha consultado en sus planos vigas de madera que se cambiarán por vigas metálicas de 6 metros, de luz teórica, del tipo de la Dirección General de Obras Públicas.

Movimiento de tierras

El total de movimiento de tierras que se indica comprende los desvíos de agua y mayor ancho de la vía en las estaciones y es el siguiente:

Sección Pueblo Hundido a Altamira

Cortes en roca	43.030,11
Cortes (en terreno cualquiera)	196.884,68
Terraplenes	218.992,36

Sección de Altamira a Catalina

Cortes (en terreno cualquiera)	185.821,15
Terraplenes	215.320,42

Sección de Catalina a Aguas Blancas

Cortes (en terreno cualquiera)	127.120,47
Terraplenes	169.484,15

Sección de Aguas Blancas a Cerrillos

Cortes (en terreno cualquiera)	240.972,56
Terraplenes	403.400,85

Lastre

Se formará con el material del lado, eliminando las piedras de dimensiones mayores que se exigen para tener un buen lastre. Su altura será de 0,30 m.

Estaciones

Se consultan trece, de las cuales corresponden tres a cada una de las tres primeras secciones y cuatro para la última, que son:

Sección de Pueblo Hundido a Altamira

Estación El Calichal	km	43,900 a 44,200
Ídem El Juncal	km	79,220 a 79,520
Ídem Altamira	km	90,300 a 90,600

Sección de Altamira a Catalina

Estación Quaest-Faslem	km	14,800 a 15,100
Ídem La Isla	km	58,600 a 58,900
Ídem Catalina	km	75,300 a 75,600

Sección de Catalina a Aguas Blancas

Estación San Francisco	km	30,600 a 30,900
Ídem Vicuña Mackenna	km	65,800 a 66,100
Ídem San Antonio	km	100,900 a 101,200

Sección Aguas Blancas a Cerrillos

Estación María Teresa	km	4,609 a 4,900
Ídem Palestina	km	39,900 a 40,200
Ídem Quebradita	km	87,500 a 87,800
Ídem Cerrillos	km	117,800 a 118,100

La estación Quaest-Faslem se encuentra ubicada en el punto que el longitudinal cruza con el ferrocarril de Cifunchos a Blanca Lidia.

La estación Catalina en el punto que cruzará con el ferrocarril de Taltal.

La estación María Teresa en contacto con el ferrocarril de Coloso.

La estación de Palestina en el cruce con el ferrocarril al Boquete y Cerrillos en la estación del mismo nombre del ferrocarril de Antofagasta a Bolivia.

Agua para la construcción

El contratista deberá surtirse de agua para sus locomotoras en Pueblo Hundido, La Brea, Severin, Catalina, María Teresa, Palestina y Cerrillos. Para tomar agua en Severin habrá necesidad de hacer un ramal de más o menos 7 kilómetros, en

el kilómetro 43 de la sección de Altamira a Catalina, y procurarse el agua ya sea comprándola o labrando un pique para extraerla.

En Catalina, deberá comprar el agua al ferrocarril de Taltal o a la Compañía Salitrera Lautaro; asimismo, en María Teresa y Cerrillos, que deberá comprarla a las compañías respectivas.

Todas estas aguas, a excepción de la que se proporcione en Catalina, Palestina y Cerrillos, son de mala calidad para las locomotoras, y la de la Brea sólo puede usarse para la bebida por poco tiempo por estar cargadas de sales de magnesio.

Agua para la explotación

Para la explotación de esta línea el supremo gobierno deberá ordenar se hagan estudios para traer por cañerías desde la cordillera el agua necesaria para el servicio.

I. DOLAREA
INGENIERO EN JEFE

INCA A CHULO

Cuando las riquezas en plata de los minerales de Chimbero y Tres Puntas estuvieron en su mayor auge, nació la idea en los socios del ferrocarril de Copiapó de llevar una vía férrea a esos centros mineros, y al efecto nombraron ingenieros que hicieron estudios; éstos reconocieron las quebradas de Paipote y Puquios y no encontraron hasta estos puntos dificultad alguna; pero más allá de los puntos deseados era tal la gradiente que sólo con cremallera de 5 a 6% podían subir al llano de Varas y entrar al Chimbero y Tres Puntas. Estudiaron igualmente la vía de Paipote hasta Chulo y de ahí remontaron por la quebrada de este nombre y encontraron también resultados negativos para una línea de simple adherencia. De modo que fue abandonada la idea de llegar a las grandes minas y sólo hicieron el ramal a Puquios. Hecho esto, la compañía de ferrocarril de Copiapó comisionó a un notable ingeniero que estudiara nuevamente el trayecto entre el Chimbero y Puquios y no obtuvo mejor resultado que los anteriores. A pesar de todo esto, estaba en la conciencia del pueblo de Copiapó que la vía de Chulo al Inca era practicable y fue entonces cuando la Dirección General de Obras Públicas ordenó hacer este estudio nombrando una comisión adecuada, la cual encontró una solución positiva, que no tiene gradientes mayores de 3%, ni curvas de radios menores de cien metros, con la única excepción de una de ochenta metros y una extensión de 5.937,28 metros en distintos niveles. Sin embargo, no se pudieron evitar algunas contragradientes por lo accidentado del terreno.

Tal es a grandes rasgos la historia del tramo del longitudinal de Chulo al Inca, y como este punto está unido a Pueblo Hundido, éste será el más avanzado por hoy, al norte, en la gran vía que será arteria de circulación de la riqueza que se desarrollará en la zona norte de la república.

Este ferrocarril pertenece al longitudinal, y su tramo, es por hoy, el más septentrional. Une, en pleno desierto, las extensiones mineras más importantes en oro, plata y cobre de Atacama. Su arranque es Inca, en el departamento de Chañaral, a 90 kilómetros del mar en línea de EO. Corre hacia el sur penetrando en el departamento de Copiapó a los 10 kilómetros, y a los 88, corta la línea particular de Puquios a esa ciudad, Caldera y los demás ramales. Está unida al ferrocarril fiscal de Chañaral a Pueblo Hundido que es el longitudinal más avanzado al norte.

Del valle de Copiapó al norte se extienden grandes serranías, donde la industria minera tiene algunos asientos de importancia; pero ha sido necesario que los veneros de cobre, plata y oro hayan sido muy ricos, para poder soportar grandes gastos en regiones tan estériles y en que los acarreos de minerales a las estaciones del ferrocarril de Copiapó y el consiguiente retorno de víveres en carretas, cuyos fletes son carísimos, consumen la mayor parte de sus productos líquidos. Sólo han resistido hasta hoy, entre otras, las grandes minas de la compañía inglesa La Dulcinea, cuyos enormes depósitos de minerales han dado nacimiento a los establecimientos de ingenio y fundición de Puquios. Esta sola mina da anualmente al ferrocarril de Puquios a Caldera en fletes, doscientos mil pesos más o menos. Toda esta gran carga irá por un corto ramal al paradero Carrera Pinto y de allí a Chañaral.

Otras grandes minas como las del mineral de oro de Cachiuyo llamadas Descubridoras, Carmen, Diana y anexas, Andacollo, Rajos de oro y otras, serán beneficiadas por la línea. Más al norte existen las famosas minas del Chimbero, Buena Esperanza y anexas, cuya cercanía a la línea es tal que con el desvío consultado podrán explotar grandes cantidades de metales de plata de baja ley y entrar a reconocer en hondura su segunda región que nadie duda será tan rica o más que la primera, que tantos millones de pesos ha dado.

Por las mismas razones expuestas están sin trabajo innumerables minas de metales pobres de cobre entre Chulo e Inca y que con ferrocarril y flete barato darán abundante carga a la línea y, por consiguiente, llevarán a su punto más alto la industria minera y a la provincia de Atacama la riqueza de que antes gozaba, pues los ricos veneros se han hecho escasos, pero sí hay abundantes de metales de 8 a 10% que con fletes baratos y trabajos bien llevados darán ingentes sumas.

Los estudios se iniciaron el 10 de junio de 1903 bajo la dirección del infrascrito y costaron \$87.726,95

Con fecha 27 de julio de 1907 se aceptó la propuesta de don Napoleón Peró, representante del sindicato de Obras Públicas para la construcción del ferrocarril de Chulo a Inca por la suma alzada de \$1.464.865,00 moneda corriente y \$770.000 oro de 18 d, en el plazo de 900 días corridos, iniciándose los trabajos en enero de 1907.

El sindicato atacó los trabajos sencillos al principio, reservando los más serios para después. Mas, por las dificultades generales del país a consecuencia del progresivo descenso del cambio, se fueron haciendo cada día más difíciles los trabajos, porque el operario exigía con justicia alza en su jornal, por cuanto los artículos alimenticios alcanzaban un alto precio en el comercio, y se vio el sindicato en la necesidad de solicitar la rescisión del contrato y con fecha de 30 de noviembre de 1908 se decretó ésta pagándose por los trabajos hechos \$1.391.322,08 moneda corriente.

Se hizo entonces un nuevo presupuesto para la conclusión de la línea que se siguió por administración, y el trabajo ya no se hizo por grandes contratistas sino por trateros, generándose situaciones mensuales pagadas bimestralmente. Así se ha concluido la línea y su enrielladura completa el 20 de octubre del año 1909.

Enseguida se entregó a la explotación.

El balance de gastos es como sigue, en moneda corriente:

Al Sindicato de Obras Públicas	\$ 1.391.322,08
Trabajos por ingenieros fiscales	\$ 2.156.141,43
Material de la vía y rodante	\$ 372.132,83
Inspección técnica	\$ 33.363,50
TOTAL	\$ 3.952.899,84

Hay un exceso que se debe a que los precios unitarios pagados a los trateros hubo que subirlos por el alza creciente del jornal del operario tanto en el valle de Copiapó como en las faenas mineras, y lo muy subido de los precios de las mercaderías de consumo.

Expropiaciones

No las ha habido por cuanto en el desierto no existen propiedades particulares por las que atravesase la línea. Todo es fiscal y eriazó.

Trocha

La trocha de esta línea, como todas las líneas de Calera al norte, es de un metro.

Longitud

La longitud total de la línea es de 88 kilómetros 195 metros, teniendo además 2 desvíos, uno en Chimbero de 230 metros de largo y otro en Llampos de 180 metros.

Tipo de riel

El usado en esta línea es el riel de acero Vignola, de 25,5 kilogramos de peso por metro corrido, con largos de 10,00, de 9,915 y de 9,870 metros.

Número de durmientes por kilómetro

Desde el principio del trabajo se ordenó por la Dirección de Obras Públicas se pusieran 15 durmientes por collera de 10 metros. Posteriormente, se restringió a 14 y por último a 12. De modo que la vía se construyó así:

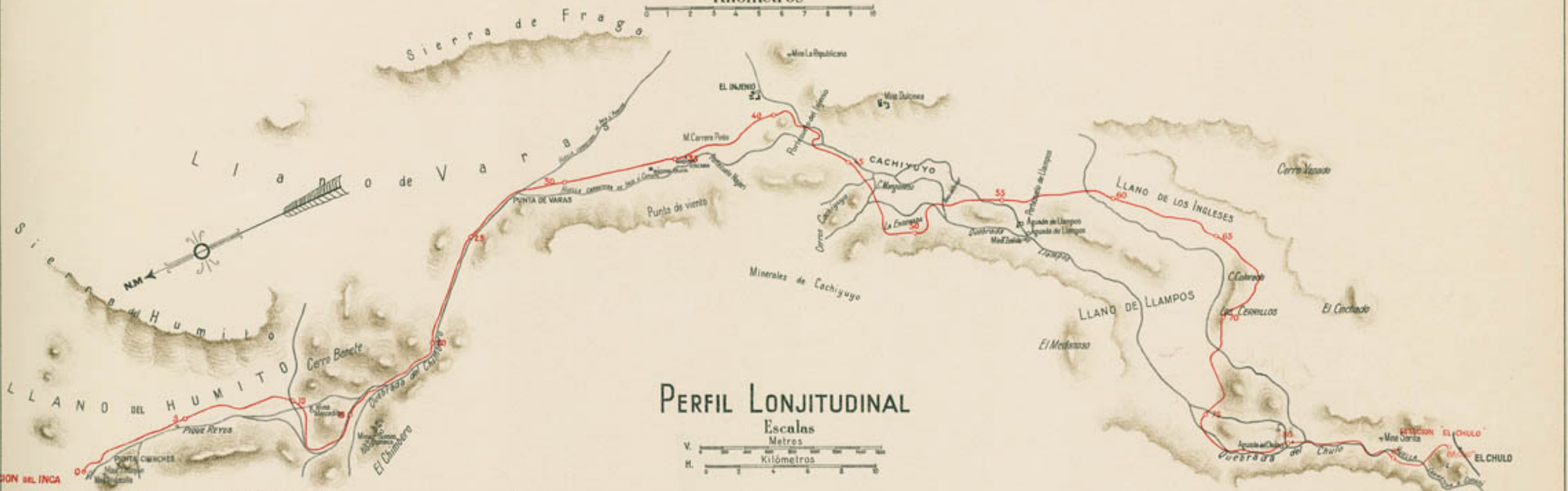
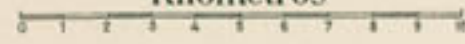
Con 1.500 durmientes por kilómetro en	33	kilómetros
Con 1.400 durmientes por kilómetro en	23	kilómetros
Con 1.200 durmientes por kilómetro en	32,215	kilómetros

FERROCARRIL LONGITUDINAL

DE

INCA A CHULO

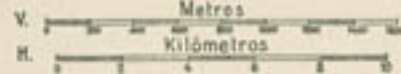
Kilómetros



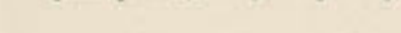
PERFIL LONGITUDINAL

Escalas

Metros



Kilómetros



*Número y nombre de las estaciones
y paraderos*

Existen sólo dos estaciones, la de partida en Inca y la de término en Chulo. Paraderos sólo dos hasta hoy, el de Chimbero y el Llampos. Probablemente, se hará otro paradero en Carrera Pinto para el servicio de la mina Dulcinea; pero aún no se tiene dato oficial alguno al respecto.

Curvas y pendientes, límites

En el primitivo proyecto se determinó que las curvas de mínimo radio serían de 100 metros y la pendiente máxima del 3%. Mas como se hizo una variante en el portezuelo de Llampos, hubo de sacrificarse un nivel y trazar una curva de 80 metros y otra de 90 metros. Las demás o son de 100 metros o pasan de este número.

*Distancia mínima entre curvas
de distintos sentidos*

Sólo en la variante de Llampos hubo necesidad de poner una distancia entre esta clase de curvas de 82,65 metros. Todas las otras existentes suben por mucho sobre este número.

Longitud en rectas y curvas

Como con la variante de Llampos aumenta la longitud de la línea en 115 metros y aumentó el número de curvas, tenemos:

Longitud en curvas	15.404,18 metros
Longitud en rectas	72.905,82
TOTAL	88.310,00

Longitud total de los niveles

Esta longitud con la variante de Llampos quedó reducida a 5.937,28 metros.

Obras de mayor importancia

Como toda línea que se construye en el desierto las obras de arte son rarísimas y las aguas que se acumulan en las quebradas cada 30 o 40 años no son abundantes, no se han hecho alcantarillas sino unos drenes de piedra seca y sólo en el kilómetro 71,050 al atravesar la quebrada, hubo necesidad de construir una alcantarilla abovedada de dos metros de luz en carácter definitivo, de piedra y mezcla de cemento. Su costo es de \$29.961,37.

Productos del valle

Los principales son: cereales, verduras, leña y minerales cuya salida por el ferrocarril del Inca facilita su exportación, encontrando nuevos mercados, naturalmente, se estimulará la producción.

Aguadas

Uno de los principales problemas que preocupan a los ingenieros que construyen las líneas en el desierto es la provisión de agua para su servicio. En esta línea se ha andado con suerte para encontrar a poco costo las aguadas necesarias; las principales son actualmente la del Chulo en el kilómetro 78; otra en el kilómetro 76. En el kilómetro 36 los piques de los establecimientos industriales que ahí existen y que son de propiedad particular; frente al kilómetro 17 y a ocho kilómetros de la línea existen varios pozos con bastante agua que servirán no sólo para satisfacer las necesidades de esta línea sino, también, para proveer al ferrocarril de Chañaral, para lo cual habrá que establecer un servicio de bombas, estanques y cañerías.

Jornales de operarios

Los jornales de operarios al día han fluctuado entre tres y cinco pesos, según su trabajo. En general, los trabajos se han llevado a cabo por medio de tratos parciales en que el operario contratista o jefe ha alcanzado un jornal que ha variado entre ocho y diez pesos diarios; este sistema ha dado muy buenos resultados.

Tarifas

Tomando como base las tarifas del ferrocarril de Inca a Chañaral, que cobra un centavo por quintal métrico kilómetro, hay una diferencia enorme entre este precio y el que cobra el ferrocarril de Copiapó; lo que protegerá de una manera directa a las industrias minera y agrícola de los departamentos de Copiapó y Chañaral.

La empresa del ferrocarril de Copiapó cobra hoy desde Tierra Amarilla a Caldera, o sea, 109 kilómetros, los siguientes fletes por carros completos:

Minerales de cobre de más de 7%	\$ 1,09 ^o	oro de 18d	menos 40%
Cereales	1,34	" "	" "
Pasto	1,59	" "	" "

El largo virtual de la línea es de 227.572.58 kilómetros sobre una proyección horizontal de 88.310 kilómetros.

SAMUEL FLORES
INGENIERO JEFE

TOLEDO - CABILDO

Este segundo gran trozo de línea longitudinal dado recientemente a contrata al Howard Syndicate Ltd., según el decreto supremo número 882, del 13 de mayo de 1910, ha sido objeto del estudio fraccionado más completo y selectivo posible por parte de casi todos los ingenieros nacionales que se dedican a ferrocarriles, y de la discusión de todos los múltiples proyectos se impuso por la fuerza de los hechos el trazado por la serie de los istmos hasta Vallenar.

Con arreglo a este criterio se ordenó en 1906, como primer paso, iniciar la perforación del túnel de La Grupa, para el cual existían numerosas soluciones, altas y bajas; pero cuya ubicación definitiva había sido fijada por el ingeniero don Eduardo Barriga, con arreglo al siguiente cálculo:

Justificación de la longitud y altitud del túnel

Por cada metro que se suba o se baje el túnel, del punto fijado en el proyecto, se producirán variaciones en las diversas partidas que forman el costo de construcción y de explotación, variaciones que pueden resumirse en las siguientes:

- A. En el largo y costo del desarrollo necesario para llegar al túnel.
 - B. En el largo y costo del túnel.
 - C. En los gastos de tracción debido a la mayor o menor altura por subir; y
 - D. En los gastos de conservación consiguientes a un mayor o menor desarrollo.
- A. De los estudios practicados hasta la fecha por los ingenieros señores Vergara Montt, Hermann, Lanas y otros, se puede deducir que el costo del desarrollo por cada metro que se suba el túnel aumenta en \$ 3.550, usando gradientes de 25‰ y curvas mínimas de 100 metros de radio.
 - B. Si llamamos P el costo del túnel por metro corrido y p la pendiente media del terreno en las bocas del túnel, según la dirección de éste, la disminución del costo del túnel por cada metro que se suba será $\frac{2P}{p}$. Como esta disminución se hará sobre la parte central de la obra, cuyo precio por metro es el mayor, podremos calcularlo a razón de \$500 por metro corrido y la fracción anterior será $\frac{1,0000}{p}$.
 - C. Calculando sobre la base de un tráfico anual correspondiente a 94.000 toneladas de peso bruto de trenes, se puede establecer que cada metro de subida produce un aumento de trabajo de 110 millones de kilográmetros. Los consumos de materiales y gastos de reparaciones consiguientes se pueden estimar, como en la primera sección de los Ferrocarriles del Estado, a \$0,54 por cada millón de kilográmetros y, en consecuencia, a: $110 \times \$0,54 = \$59,4$ por cada metro de altura. Este gasto anual, capitalizado a un interés de 5% representa un capital de:

$$59,4 : 0,05 = \$1.200 \text{ aproximadamente}$$

D. La longitud del desarrollo necesario para subir al túnel varía más o menos en 50 metros de línea en plan, y 55 metros de línea accidentada por cada metro de subida del túnel, cuya conservación puede estimarse en un gasto de \$400 y \$600 por kilómetro respectivamente.

La variación de gastos de conservación por metro de subida es entonces de:

$$50 \times 0,40 + 55 \times 0,60 = \$53$$

que capitalizado al 5% representa un capital de:

$$53 : 0,05 = \$1.060$$

Resumen

La condición de mínimo de costo resultará de igualar a cero la suma de las derivadas (o diferencias por unidad) parciales obtenidas:

$$+ 3.550 - \frac{1.000}{p} + 1.200 + 1.060 = 0,$$

de donde $p = 17\%$

Condición que se verifica en la Grupa, entre las cotas de la rasante 310 a 330, entre las cuales está ubicado el túnel.

La cota 320 de salida del túnel, queda fijada además por la prolongación del ferrocarril hacia Pedegua, cuya cota ha sido la de partida en todos los estudios definitivos subsiguientes. Se le ha modificado en lo necesario para el escurrimiento de las aguas que salgan del túnel.

Fijado el túnel fue fácil estacar sus accesos.

En 1907, persuadido el gobierno que sería impracticable construir la línea de los istmos sin consultar las fuertes gradientes llamadas de cremallera, (aunque pueden también serlo de tracción eléctrica) y con la mira de dar impulso y unidad a los nuevos estudios, entró en negociaciones de presentación de propuestas para la construcción de la línea hasta Copiapó con dos casas extranjeras; una belga, la Societé Anonyme d'Etude de Construction et d'Exploitation de Chemins de Fer au Chili y otra alemana, el Deutsche Bank und Phillip Holzman C°, cuyas propuestas deberían conformarse a las estipulaciones de la ley de enero 23 de 1908 ya citada; pero también con la condición expresa que se pagarían \$400.000 y \$375.000 oro de 18d respectivamente por los estudios hechos para la propuesta que fuese rechazada.

Ambos sindicatos basaron sus estudios del terreno en los oficiales existentes, que, por otra parte, eran los únicos posibles y presentaron propuestas que el gobierno estimó no estar de acuerdo con la ley citada y que, por tanto, fueron rechazadas, pagándose únicamente los honorarios convenidos.

Discutidos en detalle los méritos de ambos estudios bajo el punto de vista de los largos virtuales y la capacidad de las respectivas líneas, se acordó adoptar como base general oficial el trazado alemán, cuya memoria se inserta a continuación.

Cabildo - Limáhuida

Para la primera sección de esta línea, es decir, desde la estación de Cabildo hasta el túnel de La Grupa, se adoptaron los planos del gobierno, puesto que la ruta está ya indicada por cuanto el túnel de La Grupa, que pasa debajo de la divisoria de las vertientes de los ríos Ligua y Petorca, está ya en construcción.

Fuera del puente que atraviesa el río Ligua, un pequeño túnel de 115 metros y el túnel de La Grupa de 1.270 metros, no hay otras de arte de importancia.

El nuevo trazado parte de la boca norte del túnel de La Grupa. En el kilómetro 3,650 al poniente de la estación de Pedegua (km 2,950), atraviesa el río Petorca con un puente de 5 x 50 metros bordea ese río sobre su orilla derecha hasta el valle del estero de Las Palmas (km 9), sobre cuyo margen igualmente derecho comienza a ascender para ganar en el km 32,500 mediante cremallera la divisoria de los valles del Petorca y del Tilama.

En el km 25.770 se ha proyectado el paradero de Las Palmas.

En el túnel de Las Palmas, cuya longitud es de 900 metros y cuya cota de culminación de 1.030,400 metros, la línea atraviesa la divisoria arriba dicha y valiéndose de nuevo de la cremallera baja por la izquierda del estero de Quelón a la hacienda de Tilama, donde pasa en el km 43,875 el río del mismo nombre con un puente de 3 x 60 metros a la cota de 491,5. La estación de Tilama se ha proyectado sobre la orilla izquierda del río (km 42,275). Desde esa estación la línea sube con cremallera sobre Los Cristales que transmonta a nivel del terreno y a la cota de 866,0 metros, para descender enseguida, siempre con cremallera, al valle del río Pupío (cota 459,1).

Al sur del pueblo Caimanes y en el km 61,270, la línea pasa el río con un puente de 2 x 50 metros, entra para obtener la longitud necesaria en obsequio de la gradiente en el valle lateral del estero del Rincón y sube, empleando en su mayor parte la cremallera, a la cuesta de Las Astas (km 70,800), bajo cuya cumbre pasa por un túnel de 750 metros de longitud, a la cota de 864,800 metros.

Desde el túnel la línea empieza a descender con una gradiente de 10% en una extensión de 390 metros, sigue luego, para ganar mejor terreno, horizontalmente un trayecto de 480 metros y baja, por último, sobre la falda izquierda del estero de Limáhuida al valle del Choapa, usando en varios trechos la cremallera.

Un poco más arriba de la confluencia del río Limáhuida con el Choapa en el km 89,25466, el ferrocarril proyectado empalma con la línea en construcción de Choapa a Salamanca, a la cota de 311,82 metros.

La línea Choapa-Illapel está asimismo en construcción, así que nuestro proyecto comienza de nuevo sólo en la estación de Illapel.

La dirección general de la línea desde su comienzo en la boca norte del túnel hasta el km 9 va hacia el oriente, desde allí hasta su fin en el kilómetro 89,25466 se dirige con pocas desviaciones hacia el norte.

Como se deduce de lo dicho, la línea transmonta cuatro cuestas, a saber:

La cuesta de La Grupa
La cuesta de Las Palmas

La cuesta de Los Cristales y
La cuesta de Las Astas

Desde el valle del río Pupío se podría, para evitar la cuesta de Las Astas, tomar en consideración una conexión del *Ferrocarril Longitudinal* con el ferrocarril en explotación de Los Vilos al Choapa. El estudio comparativo de las distancias y de las alturas que habría que vencer, como asimismo la inspección del terreno nos inducen, sin embargo, a creer que el trazado por la cuesta de Las Astas es preferible a esa conexión con el ferrocarril de Los Vilos al Choapa.

La distancia entre Caimanes y la estación de Las Vacas es de unos 31 kilómetros en cifra redonda; el terreno es muy difícil, así que la construcción demandaría grandes gastos.

Como Caimanes está a una altura aproximada de 561 metros, Las Vacas de 165, habría una gradiente perdida de 396 metros. Desde Las Vacas hasta el vértice del túnel de Cavilolén, la línea sube hasta la altura de 524 metros, así que la bajada desde Caimanes sería de 396 metros, la subida de 359 metros.

Las estaciones proyectadas sobre la línea de Cabildo a Limáhuida son las siguientes:

Estación Pedegua km	2,950	cota	242,000	metros
Paradero Las Palmas	25,770	cota	668,600	metros
Estación Tilama	42,225	cota	507,600	metros
Estación Caimanes	62,250	cota	461,100	metros
Paradero Las Astas	80,775	cota	477,500	metros

Illapel - San Marcos

La estación de Illapel está situada a una altura de 313,63 metros. El trazado sigue primero el margen izquierdo del río Illapel hasta el km 2,500, entra enseguida en el valle del río Aucó, cuya orilla norte bordea hasta el km 11,060, donde lo atraviesa con un puente de 2 x 60 metros para tomar el lado sur; sobre ese lado sigue hasta la desembocadura del estero de Chillán, cuya ribera sur continúa costeano hasta el km 26,215. Allí lo cruza con un puente de 25 metros de luz y, para aprovechar el terreno favorable a la construcción de la línea, vuelve a atravesarlo nuevamente dos veces, a saber: en los km 26,475 y 26,590 con puentes de 30 y 25 metros, respectivamente, hasta tomar en el lugar denominado Sánchez, en el km 28, el valle del Alcaparrosa, cuya ribera derecha sigue hasta el km 30,075 donde pasa a la orilla izquierda con un puente de 25 metros, para ir a atravesarlo nuevamente en el km 31,660 con un puente de 40 metros y ascender enseguida por los faldeos nortes del valle, haciendo uso de la cremallera, hasta el túnel de Espino (km 43,375). Este túnel, cuya longitud es de 2.200 metros, y cuya cota de culminación es de 1.398,75 metros, pasa debajo del cordón de Los Hornos que divide los departamentos de Illapel y Combarbalá, en el portezuelo del mismo nombre.

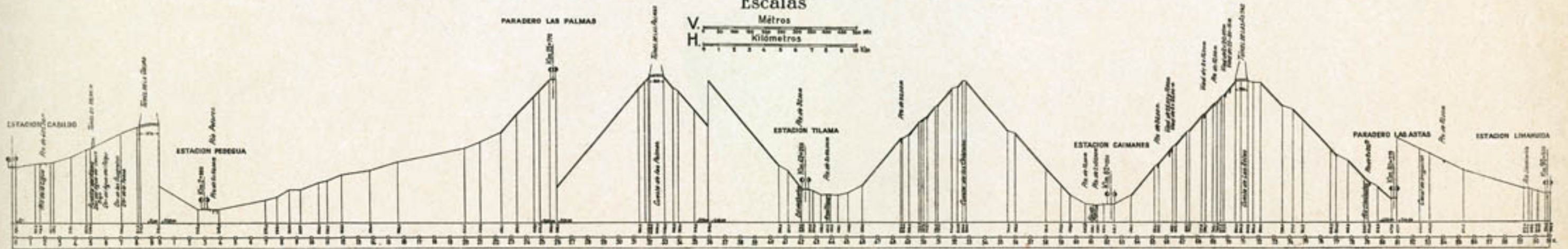
FERROCARRIL LONGITUDINAL DE **CABILDO A LIMAHUIDA**

Kilómetros



PERFIL LONGITUDINAL

Escalas



FERROCARRIL LONGITUDINAL DE ILLAPEL A SAN MARCOS

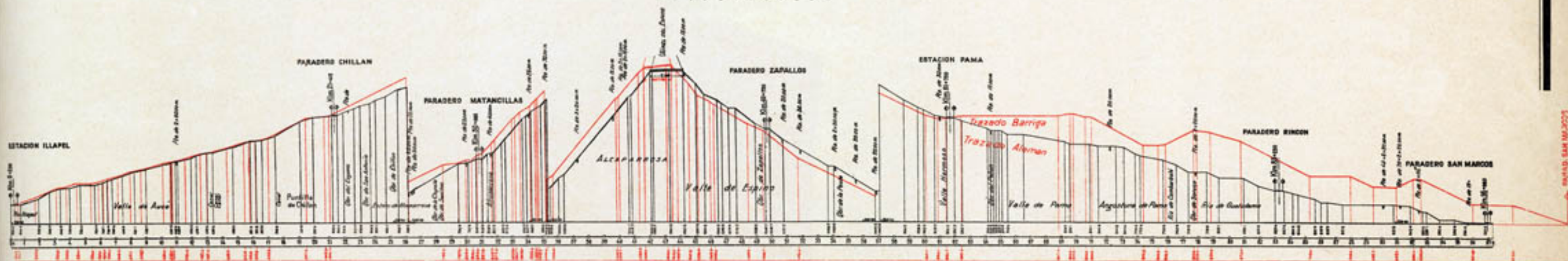
Kilómetros



PERFIL LONGITUDINAL

Escalas

V.
Metros
H.
Kilómetros



ESTACION SAN MARCOS

Inmediatamente después de salir por la boca norte del túnel, la línea cruza la quebrada del Espino con un puente de 15 metros y sigue por el lado izquierdo hasta el km 50,855, donde pasa de nuevo a la orilla derecha con un puente de 20 metros; en este lado se mantiene hasta el km 51,860 para pasar por segunda vez con un puente de 30 metros a la orilla izquierda, siguiendo esa orilla hasta el km 52,990; vuelve a trasladarse al flanco derecho con un puente de 25 metros.

Finalmente habiendo costeado ese flanco hasta el km 61,035, pasa por tercera y última vez a la orilla izquierda sobre un puente de 30 metros y entra en el fértil llano de Pama.

El trazado sigue sobre el borde izquierdo del río Pama hasta el km 76,700, punto donde recibe en su seno el río Combarbalá y toma el nombre de Huatulame. La línea se mantiene aún sobre la orilla izquierda hasta el km 90,190, donde pasa con un puente de 2 x 20-40 metros al lado derecho, para volver a cruzarlo en el km 91,125 con un puente de 110 metros y tomar el flanco izquierdo que aprovecha hasta el km. 95,660, allí atraviesa nuevamente el río con un puente de 125 metros y se desarrolla sobre la ribera derecha hasta San Marcos.

Al lado norte del túnel del Espino la cremallera comienza en el km 44,275 para encontrar su término en el km 48,950. Los valles por donde empieza el trazado no tienen curvas muy pronunciadas y el ferrocarril proyectado sigue, por tanto, en esa sección una línea casi recta, con pocas alternaciones; desde Illapel (cota 313.63) hasta el vértice del túnel del Espino, el trazado sube constantemente, sin contragradiante alguna, y desde la cota de culminación (1.398,75 metros) hasta el término de la línea en San Marcos baja en las mismas condiciones.

El rumbo general del trazado es de sur a norte.

Los puentes de mayor consideración han sido indicados precedentemente.

Las estaciones de esta sección son las siguientes:

Estación Illapel	km 0,000	cota 313,61 m
Paradero Chillán	km 21,410	cota 603,41 m
Paradero Matancillas	km 30,875	cota 809,00 m
Paradero Zapallo	km 49,745	cota 1.205,70 m
Estación Pama	km 61,750	cota 894,70 m
Estación Rincón	km 83,250	cota 657,40 m

La Serena-Vallenar

Saliendo de la estación de La Serena la línea tiene que cruzar el río Coquimbo, para cuyo efecto no puede utilizarse, sin embargo, el puente provisorio actual y se impone la construcción de un nuevo puente de 400 m de luz. El trazado estudiado comienza, por tanto, desde la orilla sur del río Coquimbo, un poco antes del puente, a la cota de 10,000 m. Una vez pasado el río, la línea sube rápidamente en la cota de 32,400, sobre la planicie de Compañía Baja y se dirige en dirección casi norte y con gradientes suaves al valle del estero de Barrancas para entrar en el km 18,650 y a la cota de 199,9 en la estación Barrancas. En el km 22,210, 22,330 y 22,390 pasa el río con tres puentes con una luz total de 40 m y comienza a ascender

usando a trechos la cremallera, hacia el portezuelo de Chorrillos que trasmonta a la cota de 540,310 m con un corte de 15,70 m. Al otro lado del portezuelo la línea baja con cremallera en una extensión de 700 m, con una pendiente de 55‰, y transformándose de nuevo en ferrocarril de adherencia costea la falda derecha del valle para llegar a terreno más propicio y ganar un paso favorable sobre la quebrada Honda en el km 44,380, cota 260,610. Si se pretendiera acortar el trazado, se llegaría a terreno sumamente desfavorable que demandaría gastos extraordinariamente subidos y la construcción costosa de un paso sobre el valle.

En el km 43,950 la línea entra en el paradero de quebrada Honda (cota 260,610). Pasada la quebrada el trazado sube de nuevo y gana, usando en dos trechos la cremallera, el portezuelo Buenos Aires, el que igualmente trasmonta sin túnel a la cota de 581,300 con un corte de 6,70 m. Desde ese portezuelo la línea baja como ferrocarril de adherencia en pendiente suave a la planicie de la Higuera, por la cual sigue hasta la Punta de Placeres en la cercanía del río de Los Choros (cota más baja 200,000). En el km 62,250, cota 442,600, se ha proyectado la estación de El Molle para el servicio del mineral de La Higuera.

Desde Punta Placeres la línea sigue por la falda izquierda del valle del río de Los Choros hasta el km 87,600, donde atraviesa el río sobre un puente de 4 x 50 metros. Después de abandonar esa estación el trazado entra al cajón de Yerbas Buenas, por donde sigue, siempre como ferrocarril de adherencia, hasta la estación del mismo nombre, km 106,800, cota 814,000. Desde allí, para ganar el portezuelo de Incahuasito en el km 118,50, es preciso recurrir a la cremallera, porque otro desarrollo de la línea no sería posible sin incurrir en gastos excesivos.

Habiendo trasmontado el portezuelo a nivel del terreno a la cota de 1.140,00 m, el trazado dobla hacia el llano de Pajonales. La estación de Chañar está situada en el km 121,650 sobre la cota de 1.126,50. Después de cruzar el llano de Pajonales, la línea baja en pendiente constante hasta la quebrada de Barrancones en el km 146 (cota 795,800). En el km 137,040 (cota 854,000) se ha proyectado el paradero de Cachiyuyo. Pasada la quebrada de Barrancones la línea vuelve a subir hasta el km. 172,000, tres km al norte de Vizcachitas, para ganar el portezuelo de Agua Amarga a la cota de 1.109,900.

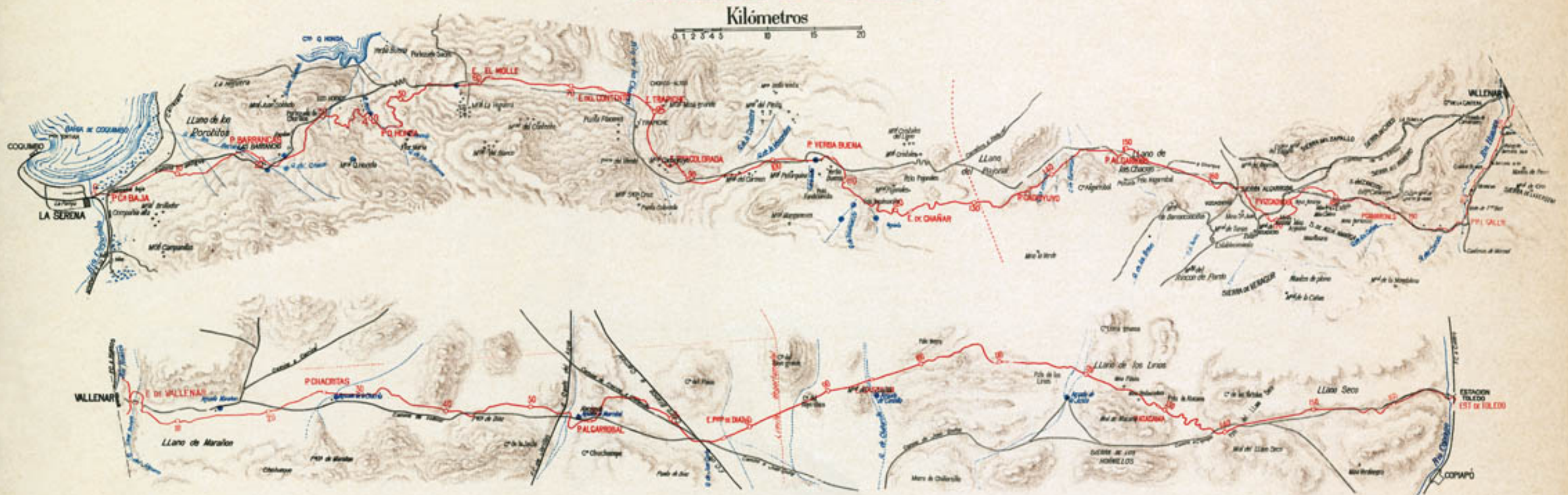
En este trayecto se han fijado las estaciones siguientes:

Estación Algarrobal km	148,900	cota	775,000
Estación Vizcachitas km	169,000	cota	1.042,500

Atendiendo los deseos manifestados expresamente por el señor delegado, y en consideración a los feraces valles de Camarones y del Huasco, desde la estación de Vizcachitas se ha seguido el trazado Muñoz que con anterioridad fue aprobado por el supremo gobierno.

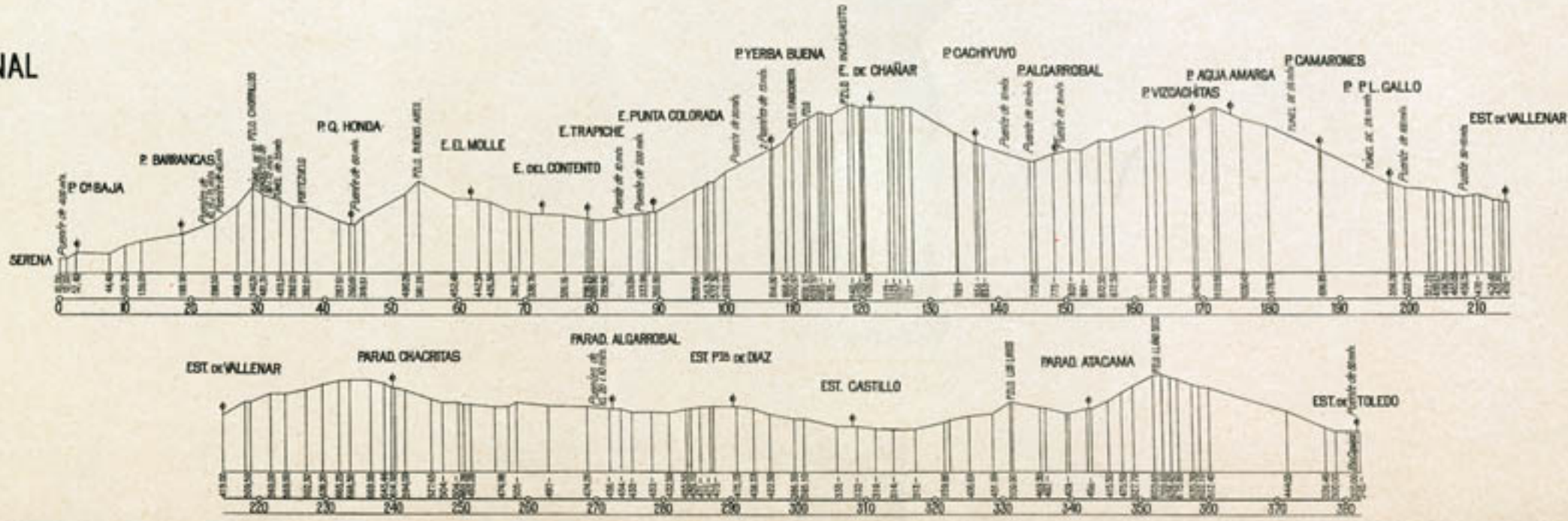
Desde el portezuelo de Agua Amarga, la línea baja primero al valle de Camarones y siguiendo por éste, entra en el km 197,800 al valle del Huasco, cuyo río atraviesa en el km 200,050 con un puente de 2 x 50 m. En el km 208,200, es decir, seis kilómetros al sur de Vallenar, hubo que abandonar el trazado Muñoz, porque

FERROCARRIL LONGITUDINAL DE SERENA A TOLEDO



PERFIL LONGITUDINAL

Escalas
Metros
Kilómetros



desde su confección se construyó en el entretiem po un gran canal de regadío, canal de Las Ventanas, sobre la orilla derecha del río Huasco, tomando el lugar apropiado para la línea, así que la ubicación del ferrocarril sobre ese borde del río sería, si no precisamente imposible, al menos extraordinariamente costosa y para la futura explotación y conservación del ferrocarril, peligrosa. En su consecuencia el trazado, en lugar de mantenerse en el valle del Huasco, se aparta del río en el km. 208 y gana la primera meseta del terreno al norte de Vallenar; sobre la cual se ha proyectado la estación de dicha ciudad.

Como la antigua estación de Vallenar fue arrasada por las aguas, hace un par de años, y desde entonces no ha sido reconstruida, se impone la construcción de una nueva estación en terreno exento de inundaciones; para el efecto se escogió de acuerdo con el señor delegado la primera meseta sobre el flanco derecho del río, donde hay espacio suficiente para una extensa estación con todas sus dependencias. La situación de esa nueva estación requiere la traslación de una parte del ferrocarril en explotación de Huasco a Vallenar, a saber, desde el km 46,475 hasta el km 49,400.

Para demostrar las ventajas que ofrece esa nueva estación hemos hecho el levantamiento adjunto de los alrededores de Vallenar.

La dirección de la línea es en general de sur a norte.

Las estaciones de esta sección son las siguientes:

Paradero Compañía Baja	km	2,950	cota	52,10	m
Paradero Barrancas	km	18,600	cota	199,90	m
Paradero Quebrada Honda	km	43,950	cota	260,61	m
Estación del Molle	km	62,250	cota	442,60	m
Estación Trapiche	km	79,350	cota	298,26	m
Estación Punta Colorada	km	89,250	cota	350,40	m
Paradero Yervas Buenas	km	106,775	cota	814,00	m
Paradero Chañar	km	121,650	cota	1126,50	m
Paradero Cachiyuyo	km	137,075	cota	854,02	m
Paradero Algarrobal	km	148,890	cota	775,00	m
Paradero Vizcachitas	km	168,950	cota	1042,50	m
Paradero Agua Amarga	km	176,150	cota	1030,43	m
Paradero Camarones	km	187,500	cota	796,85	m
Paradero Pedro León Gallo	km	197,580	cota	456,73	m
Estación Vallenar	km	214,300	cota	419,00	m

Vallenar-Copiapó

Saliendo de la estación de Vallenar, la línea sube como ferrocarril de adherencia a los llanos de Marañón, los que atraviesa y baja desde la cota de 669,000 en pendiente suave, haciendo abstracción de una pequeña contragradiente en el km 43,530, hasta el km 67,320, cota 432,500. En el km 57,100, cota 463,80, la línea cruza el ferrocarril en explotación de Carrizal Bajo a la mina Mercedita en Jarilla, en el valle del Algarrobal. Desde allí el trazado vuelve a subir hasta cruzarse con el ferrocarril de Carrizal Bajo a Yervas Buenas en la estación de Punta de Díaz (km. 76,500, cota 475,730).

Desde esa estación la línea baja de nuevo suavemente hasta la estación de Castillo en el km 94,650 cota 333,000, y más allá hasta el km 103,600, cota 313,000; desde allí sube al portezuelo de Los Lirios, km 117,700, cota 510,000, pasado el cual, baja hasta el km 126,100, cota 429,000, para ascender de nuevo al portezuelo del Llano Seco en el km 139,600. Desde ese portezuelo el trazado baja con regularidad y en una línea casi recta al valle del río Copiapó y atravesando ese río con un puente de 80 m, empalma en la estación de Toledo en el km 168,000, cota 295,000, con el ferrocarril de Caldera a Copiapó.

La dirección del trazado de esta sección es en general, casi sin alteración, de sur a norte.

Los puentes de consideración que hay, son:

3 puentes con luz total de 40 m en el km 58
 1 puente con luz total de 80 m en el km 167,400

Las estaciones son las siguientes:

Paradero Chacritas	km	26,400	cota	614,900	m
Paradero Algarrobal	km	58,750	cota	456,000	m
Estación Punta de Díaz	km	76,900	cota	475,730	m
Estación Castillo	km	94,650	cota	333,000	m
Paradero Atacama	km	129,150	cota	458,000	m
Estación Toledo	km	168,290	cota	295,000	m

Curvas y gradientes

En el cuadro siguiente se señalan las extensiones de las diferentes secciones de adherencia y cremallera, curvas y rectas, horizontales, rampas y pendientes.

Ubicación de la línea

Habiendo demostrado los reconocimientos y anteproyectos efectuados con anterioridad, y que la construcción de un ferrocarril exclusivamente de adherencia demandaría gastos excesivos, el supremo gobierno resolvió adoptar el empleo de la cremallera, donde fuere necesario. Dada esta resolución, se trataba pues de hallar una línea más o menos directa:

Entre el túnel de La Grupa a Limáhuida, actualmente en construcción;

Entre la estación de Illapel, que está construyéndose y San Marcos;

Entre La Serena y Vallenar y

Entre Vallenar y Toledo.

El trazado para la sección del túnel de La Grupa a Limáhuida ya estaba indicado, por cuanto los valles que reúnen las condiciones necesarias para ubicar en ellos esa línea directa que se trataba de buscar, ya se hallan ocupados por el camino público existente, así que en general el trazado no debía sino seguir ese camino público, tanto más cuanto que él transmonta precisamente los portezuelos de menor elevación.

Sección	Largo en km de los trayectos de adherencia cremallera	Largo en km total de la sección	Largo en km de las		Largo en km de las		Pendientes
			curvas	rectas	horizontales	rampas	
Cabildo - Boca norte del túnel de La Grupa	9,620	9,620	3,40112	6,21888	0,59450	8,70550	0,32000
Boca norte del túnel de La Grupa - Limáhuída	48,53966	89,25466	41,40723	47,84743	5,502	44,515	39,23766
Illapel - San Marcos	83,475	97,155	40,08653	57,06847	14,770	42,315	40,070
Unión de las líneas de Paloma y Ovalle	2,050	2,050	0,75325	1,29675	800	1,000	250
Variante	8,400	8,400	3,736,95	4,663,05	2,400	2,200	3,800
La Serena - ValLENar	203,850	214,245	88,76508	125,47992	42,61872	885,00030	86,62598
Unión de la línea de Huasco - ValLENar con el							
<i>Ferrocarril Longitudinal</i>	2,97080	2,970,80	0,51917	2,45163	0,86080	2,110	-
ValLENar - Copiapó	166,775	166,775	32,058,57	134,71643	39,450	49,406	77,919
Totales	517,28046	582,070,46	206,99095	375,08751	104,596,92	233,05180	224,42264
Porcentaje	89%	11%	35 1/2%	64 1/2%	18%	40%	42%

En cuanto a la sección Illapel-San Marcos, los estudios que el supremo gobierno hizo practicar por El Peñón demostraron que esa ruta resultaría más larga y más cara, por más que el paso por El Peñón sea de una elevación inferior al del valle de la Alcaparrosa, que nosotros adoptamos para nuestro trazado.

En la parte sur de la sección La Serena-Vallenar pueden darse dos caminos: uno, el que nosotros elegimos, pasa sobre La Higuera, y el otro sobre la quebrada Santa Gracia.

Hemos adoptado el trazado por La Higuera, ya porque de esta manera la distancia se acorta en quince kilómetros, ya porque así se le da una comunicación ferroviaria a la importante ciudad minera La Higuera, ya finalmente como pudimos observar en un reconocimiento practicado por nosotros, el terreno es más propicio para la construcción de un ferrocarril que el terreno desfavorable de la ruta por la quebrada de Santa Gracia.

A ciencia cierta no se sabe si la región que atravesaría el trazado por la quebrada Santa Gracia es superior en riquezas mineras a la que nosotros cruzamos con nuestro trazado; los sostenedores del trazado por Santa Gracia ciertamente así lo aseguran, pero no pueden aducir pruebas convincentes en apoyo de su aserto, puesto que se trata en su mayor parte de minas que no están en explotación.

Con respecto a la sección Vallenar-Copiapó, en la parte sur de ella hasta Punta de Díaz se puede mantener casi exactamente la dirección de sur a norte, gracias a lo favorable del terreno; en la parte norte, en cambio, podrían adoptarse dos caminos para llegar a Copiapó.

El uno, que ya anteriormente ha sido estudiado por el supremo gobierno, empalma con el ferrocarril transversal de Copiapó en la estación de Paipote, pero presenta gradientes y curvas en extremo desfavorables, exige el empleo de la cremallera y demanda grandes trabajos. El empalme en Toledo en cambio, que nosotros elegimos, permite una conducción de línea más directa, con gradientes y curvas favorables, evita el empleo de la cremallera y resulta menos costosa.

Ubicación de las estaciones

Para la ubicación de las estaciones que se han fijado en el proyecto, se tomaron en cuenta dos consideraciones:

- 1º La población por ahora poco numerosa de la región cruzada por el ferrocarril;
- 2º Razones de servicio, en especial la provisión de agua.

Cabildo-Limáhuida

A excepción de Pedegua, todas las demás estaciones y paraderos carecen de importancia; la tendrán cuando las minas situadas en sus cercanías estén en explotación intensiva; como estaciones de aprovisionamiento de agua, sin embargo todas las que se han fijado son imprescindibles.

Illapel-San Marcos

Lo dicho sobre la sección anterior se puede aplicar igualmente a las estaciones y paraderos de esta sección.

La Serena-Vallenar

El único lugar de importancia entre los puntos de término de esta sección es La Higuera, que debía de dotarse de comunicación ferroviaria; para el efecto se ha proyectado la estación de El Molle, situada cerca del camino público a La Higuera, que ya existe. Para conducir el ferrocarril hasta la misma ciudad, la línea habría sufrido una prolongación no despreciable y habría tenido que vencer una gradiente perdida de más de 220 metros.

Las demás estaciones, en vista de que por ahora tienen como las ya citadas poca importancia, se han situado en general, en las agudas existentes.

Una mención especial merece la estación de Vallenar. Como esta estación, destruida por las aguas, hace pocos años, no ha vuelto a ser levantada en atención a la construcción proyectada del ferrocarril longitudinal, ni tampoco podría ubicarse de nuevo en el mismo punto por el peligro de las inundaciones, el supremo gobierno había proyectado la translación de la estación a la orilla derecha del río y hecho elaborar para el efecto un anteproyecto. Esta translación exige una prolongación del ferrocarril de Huasco a Vallenar que asciende a 3,400 kilómetros.

La ubicación proyectada de la nueva estación de Vallenar habría sido adecuada, en caso de que el ferrocarril que viene de Serena hubiere podido utilizar el valle de Huasco hasta la misma ciudad de Vallenar, como lo había insinuado el proyecto Muñoz.

Habiéndose, sin embargo, construido un gran canal de regadío sobre esa orilla derecha del río muy escarpada, no ha quedado lugar para la línea del ferrocarril y la utilización del valle del Huasco se ha hecho imposible. Por este motivo hubo de fijarse otra ubicación para la estación de Vallenar, en atención a una conducción favorable del trazado del ferrocarril longitudinal.

Después de un estudio detenido de todos los alrededores de Vallenar, se fijó acuerdo con el señor delegado la ubicación que demuestra el plano.

La translación del ferrocarril de Huasco a Vallenar, que con esta ubicación se impone, asciende ahora a sólo 2,925 kilómetros, mientras que la proyectada por el supremo gobierno exigía una desviación de 3,400 kilómetros; nuestro proyecto evita al mismo tiempo la región al poniente de la antigua estación, afecta a inundaciones, y con ello el peligro constante de los desbordes del río.

Vallenar-Copiapó

La estación de Chacritas sólo se fijó en atención al agua que allí existe; igual razón predominaba en la fijación de la estación siguiente, Algarrobal; aunque al mismo tiempo se tomó en consideración la conveniencia de establecer estaciones cerca de Punta de Díaz y del Algarrobal, donde la línea cruza los dos ferrocarriles que parten de Carrizal Bajo.

Para la fijación del paradero de Atacama no hay otra razón que la gran distancia que media entre las dos estaciones de Castillo y Toledo; ese paradero facilita el cruce de los trenes y permite hacer correr éstos con mayor frecuencia en esa línea.

La ubicación de la estación de Toledo se impone por la situación del puente.

Obras de arte

Respecto de las obras de arte, la comparación con los anteproyectos existentes demuestra que nosotros hemos proyectado mayor número de esas obras.

Aunque en general las lluvias no sean frecuentes en la región al norte de La Serena, en los valles de los ríos, en las quebradas y en las hondonadas del terreno se encuentran, sin embargo, señales inequívocas de que a veces caen lluvias muy fuertes.

Las inundaciones y destrucciones que en los últimos años han sufrido los ferrocarriles de Coquimbo y Copiapó y otros, enseñan además cuán peligroso es guiarse únicamente por las experiencias de los años regulares, de escasa lluvia y secos.

Demasiada nos parece la importancia del *Ferrocarril Longitudinal* para que no pongamos desde un principio todos los medios para evitar destrucciones de la línea y, en consecuencia, interrupciones del tráfico. Haciendo abstracción del peligro que en tiempos difíciles o de guerra puedan ofrecer tales interrupciones en un ferrocarril que a la vez reviste el carácter de estratégico, los daños que esas interrupciones acarrearán al correo, al comercio y a la industria son imponderables.

Bien significativos son a este respecto los datos que aducen las *Memorias* del Ministerio de Industria y Obras Públicas, presentadas al Congreso en los últimos años, acerca de los perjuicios enormes sufridos por el fisco en las entradas de sus ferrocarriles por las largas interrupciones del tráfico, y de los fuertes desembolsos que para la reconstrucción de las líneas destruidas hubo que hacer, sin contar las molestias y los daños mucho más grandes aún que por esas mismas causas tuvo que sufrir el público en su comercio y en sus industrias. Así, por ejemplo, debido a las inundaciones del año 1905, ricas minas tuvieron que suspender la explotación porque no pudieron conseguir carbón para hacer funcionar sus bombas; las minas se anegaron, y los propietarios adolecen hoy todavía de las consecuencias de los perjuicios que en aquel tiempo sufrieron.

Éstas fueron las consideraciones que nos guiaron al proyectar las obras de arte.

En general nos hemos sujetado a los tipos de la Dirección General de Obras Públicas, sólo en algunos pocos casos hemos aumentado el espesor de las bóvedas y estribos. Estos aumentos los presentamos junto con el presupuesto. Los cuadros de las obras de arte y puentes demuestran el número, luz y cubicación de cada una de esas obras.

Normas y tipos

Normas

Las normas que sirvieron de base para los estudios fueron las siguientes:

La trocha es de un metro.

La rampa máxima es de 30 milímetros por metro para las partidas de ferrocarril por adherencia y de 60 milímetros para las partidas de ferrocarril en cremallera.

Los radios mínimos son de 80 metros para las secciones de adherencia y 140 metros para las de cremallera.

La distancia mínima entre curvas y contracurvas es de 40 metros.

Tipos

La Dirección General de Obras Públicas nos ha entregado los tipos siguientes:

- a) perfiles tipos de terraplenes y cortos;
- b) perfil en túnel;
- c) tipos de alcantarillas;
- d) tipos de riel y accesorios;
- e) tipos de enrieldadura;
- f) tipos de cambio y cruzamiento;
- g) galibo;
- h) tipos de puentes de 5, 12 y 15 metros de luz;
- i) tipo de plataforma para embarcar animales;
- j) tipos de cierros de 5 y 7 alambres;
- k) casa para estación.

Las medidas principales de estos tipos son:

<i>Terraplenes</i>		<i>Metros</i>
	Ancho de la plataforma	4,60
Taludes	{ en terreno ordinario	1: 1,5
	en arena de dunas	1: 2
Lastre	{ ancho de la plataforma	2,40
	profundidad	0,40
	taludes	1: 1,5
<i>Cortes</i>		<i>Metros</i>
	a) en tierra: ancho	4,40
Foso	{ ancho superior	0,75
	profundidad	0,25
	ancho inferior	0,25
	taludes	1: 1 a 1:1,5

Lastre	{	ancho de la plataforma	2,40
		profundidad	0,40
		taludes	1: 1,5
	b)	en roca: ancho de la plataforma incluidas las murallas	
		guarda lastre	3,20
		ancho de los fosos	0,25
		profundidad de los fosos	0,25
	taludes	4: 1 a 3:2	

Túneles

	<i>Metros</i>
Ancho al nivel del riel	4,00
Ancho a 2 metros de altura	4,20
Altura	4,50

Rieles

Véase el bosquejo adjunto.

Durmientes

	<i>Metros</i>
Largo	1,80
Ancho	0,20
Grueso	0,125

Aguadas

Al norte de La Serena el aprovisionamiento de agua ofrecerá algunas dificultades. El cuadro siguiente indica los lugares donde sería necesario que las locomotoras tomaran agua como asimismo aquellos en donde hay probabilidades de encontrarla. En el otro se señalan las cantidades de agua necesaria para cada una de las secciones.

<i>Sección</i>	<i>Necesita aguada</i>	<i>Kilómetro</i>	<i>Encuéntrase probablemente agua</i>	<i>Observaciones</i>
Cabildo-Limáhuida	Pedegua	2,950	Pedegua	
	Las Palmas	25,770	Las Palmas	
	Tilama	42,225	Tilama	
	Caimanes (Limáhuida)	62,250 (90,800)	Caimanes (Limáhuida)	En construcción
Illapel-San Marcos	Illapel	0,000	Illapel	
	Chillán	21,410	Chillán	
	Matancillas	30,875	Matancillas	
	Pama	61,750	Pama	
	San Marcos	97,155	San Marcos	
La Serena-Vallenar	La Serena		La Serena	
	Barrancas	18,600	Barrancas	
	Quebrada Honda	43,950	Quebrada Honda	
	El Molle	62,250	El Molle	Poca agua
	Punta Colorada	89,250	Punta Colorada	
	Chañar	121,650	Chañar	
	Algarrobal	148,890	Algarrobal	Ídem Ídem
	Agua Amarga	176,150	Agua Amarga	
	Pedro León Gallo	197,580	Pedro León Gallo	
Vallenar	214,300	Vallenar		
Vallenar-Copiapó	Chacritas	26,400	Chacritas	Poca agua
	Algarrobal	58,750	Algarrobal	"
	Castillo	94,650		Hay agua, pero salobre
	Toledo	169,290	Toledo	

Agua necesaria para un tren de 150 toneladas entre las diferentes estaciones

<i>Kilómetro</i>	<i>Dirección del Sur al Norte</i> <i>m³ de agua</i>	<i>Estaciones</i>	<i>Dirección del Norte al Sur</i> <i>m³ de agua</i>	<i>Observaciones</i>
		<i>Sección Cabildo – Limahuida</i>		
9,620	2,38	(Cabildo)	1,20	Aguada
2,950	7,00	Pedegua	0,22	Aguada
25,770	3,69	Las Palmas	5,30	Aguada
42,225	4,83	Tilama	4,99	Aguada
62,250	4,93	Caimanes	4,86	Aguada
80,775	0,06	Las Astas	2,83	Aguada
90,800		(Limahuida)	7,69	Aguada
		<i>Sección Illapel – San Marcos</i>		
0,250	5,05	(Illapel)	0,32	Aguada
21,415	3,00	Chillán	0,04	Aguada
30,885	7,69	Matancillas	2,58	Aguada
49,750	0,09	Zapallo	4,31	Aguada
61,750	0,73	Pama	4,53	Aguada
83,250	0,78	Rincón	2,42	Aguada
96,980		(San Marcos)	6,95	Aguada

Sección La Serena – Vallenar

0,500						
2,950						
18,650						
62,250		0,82	3,9		0,20	Aguada
		3,08			0,73	Aguada
		5,67			4,76	Aguada
					2,26	Aguada
79,350		4,48			3,17	Aguada
89,250		0,74	2,30		0,66	Aguada
89,250		1,56			0,05	Aguada
121,650		6,38	11,83		0,91	Aguada
137,040		5,45			4,33	Aguada
148,900		0,62	1,60		2,20	Aguada
169,000		0,98			0,77	Aguada
176,150		4,74	5,76		1,26	Aguada
187,500		1,02			3,47	Aguada
197,550		1,02	0,05		3,42	Aguada
214,300		0,02			3,07	Aguada
		0,03				
		1,28				

Sección Vallenar – Toledo (Copiapó)

0,000						
26,400						
58,750		4,85			1,21	Aguada
76,900		2,08			1,21	Aguada
94,650		2,07	2,56		5,65	Aguada
129,200		0,49			1,64	Aguada
168,285		4,76	8,73		3,23	Aguada
		3,97			2,91	Aguada
					7,08	Aguada

Tráfico probable aproximado

Dada la gran importancia del *Ferrocarril Longitudinal*, la feracidad de los valles y la extraordinaria riqueza minera de la región cruzada por él, es indudable que el tráfico de este ferrocarril será muy intensivo.

Careciendo de datos estadísticos es difícil establecer números exactos; sólo pueden hacerse cálculos aproximados.

Debido a las dificultades del terreno que hasta ahora imposibilitaron la construcción de puentes y caminos, el tráfico por tierra en la región cruzada por el ferrocarril es por ahora sólo muy limitado.

Tráfico de pasajeros

Abierto al *Ferrocarril Longitudinal*, el movimiento de pasajeros que hoy se dirige por la vía marítima a Los Vilos, Tongoy, Huasco y Caldera dará la preferencia a este ferrocarril para dirigirse a sus puntos de destino, pues yendo todos estos pasajeros al interior del país de todas maneras, después de concluido el viaje por mar, tendrían que valerse del ferrocarril para llegar al interior; pero también una parte considerable de los viajeros que desembarca en Coquimbo va al interior; así como los pasajeros de la región de Ovalle y de La Higuera.

Aunque con tarifas más subidas que las que hoy en día se estilan, el ferrocarril no pueda movilizar a los pasajeros a precios muy inferiores a los que actualmente cobran las compañías de navegación, el viaje por ferrocarril presenta no obstante las ventajas siguientes:

- 1º Duración menor del viaje para todos los viajeros cuyo punto de destino no sean los puertos mismos o que de ellos procedan;
- 2º Ocasiones para emprender el viaje más frecuentes y más regulares;
- 3º Salidas y llegadas fijadas con precisión, lo que no puede decirse de los buques que ejercen el tráfico en la costa;
- 4º Se evitan las molestias que ocasiona el viaje por mar con mal tiempo;
- 5º Se evitan los transbordos del buque al ferrocarril y viceversa; transbordos que en todos los puertos son bastantes costosos y a veces, en Valparaíso por ejemplo, durante días imposibles de efectuar;
- 6º Se evitan las molestias de la revisión del equipaje por la aduana.

Se puede suponer, por lo tanto, que en el futuro la mayor parte del tráfico recurrirá al ferrocarril.

En el ferrocarril de Caldera a Copiapó corresponden a cada tonelada de carga movilizada 1,02 pasajeros; en el de Huasco a Vallenar 1,20; en la red ferroviaria de Coquimbo 3,60 y en el ferrocarril de Los Vilos a Choapa 0,50 pasajeros por cada tonelada de carga movilizada.

Suponiendo como término medio sólo un pasajero por cada tonelada de carga movilizada, resultaría, como se deduce del cálculo que más adelante haremos del tráfico de carga, un tráfico anual de pasajeros en el nuevo ferrocarril de 317.000 pasajeros; pero aun tomando sólo la reducida cifra de 0,5 pasajeros por cada tone-

lada de carga movilizada, siempre resultaría en comparación con el tráfico actual un aumento de $317.000 \times 0,5 = 160.000$ pasajeros.

Esos 317.000, respectivamente 160.000 pasajeros, tendrán que tomar casi todos los trenes para larga distancia.

Tráfico de carga

1. Importación de productos extranjeros

Los más valiosos, como artículos manufacturados, tejidos, géneros, confecciones, podrán soportar el flete más subido del ferrocarril y preferirán por esto desde Valparaíso o Santiago la movilización más rápida ferroviaria; los productos de menos valor, como hierro, cemento, parafina, harinas, maderas, tomarán en cambio la vía marítima.

2. Importación de productos chilenos

Los productos que vienen del sur seguirán como antes recurriendo al transporte marítimo y sólo desde los puertos del norte se valdrán del ferrocarril para ser transportados al interior a sus respectivos puntos de destinos. Pero los productos procedentes del centro de la república, de Santiago, por ejemplo, recurrirán para grandes distancias a la movilización ferroviaria.

3. Exportación de productos de la esfera de acción del ferrocarril

Aquellos minerales, y en éstos consiste principalmente la exportación, que no son embarcados en uno de los puertos de la región del Longitudinal para ser transportados directamente a Europa, se suelen remitir actualmente a Valparaíso, y en esto tampoco habrá alteración en el futuro. Pero una vez abierto al tráfico el *Longitudinal*, parte considerable de esos minerales no se enviará ya del interior al puerto más próximo para ser embarcada allí en el buque, desembarcada de nuevo a tierra en Valparaíso y vuelta por último a embarcar en el vapor que la ha de conducir a ultramar, sino que tomará directamente el *Ferrocarril Longitudinal* para Valparaíso a pesar del flete más subido de esa vía de comunicación; porque de esta manera se ahorrarán los gastos de embarque en los puertos del norte y desembarque a tierra en Valparaíso, y estos gastos, dadas las instalaciones insuficientes de los puertos, son tan crecidos que bien contrapesan en gran parte el flete más subido del ferrocarril.

4. Tráfico de pasto, víveres y de forraje

El acarreo de esta clase de productos de los diferentes valles a las minas y otros lugares de consumo incumbirá exclusivamente al ferrocarril.

Los productos agrícolas y mineros serán los que más predominarán en el tráfico. Para los cálculos siguientes, hechos con toda cautela, se han aprovechado las cifras a que llegan en sus apreciaciones los señores Fuenzalida y Barriga, ambos conocedores expertos de las condiciones de producción de aquellas regiones.

1. Caldera-Cabildo

La floreciente fábrica de cemento en La Calera proveerá de sus productos en el futuro a los valles de los ríos Ligua, Choapa e Illapel. El consumo anual lo calculamos:

En el valle de La Ligua	en 500 toneladas
En el valle de Petorca	en 500 toneladas
En el valle del Choapa (Salamanca)	en 300 toneladas
En el valle de Illapel y Combarbalá	en 600 toneladas

Gran parte de las mercaderías más valiosas, así como también los víveres (vinos, conservas, etc.), serán igualmente movilizados sobre La Calera. El consumo anual en estos artículos se puede calcular:

En el valle de La Ligua	en 1.000 toneladas
En el valle de Petorca y la extensa región que de él depende	en 2.000 toneladas
En el valle del Tilama	en 200 toneladas
En el valle de Caimanes	en 200 toneladas

El señor Barriga calcula el tráfico total del valle de Petorca:

En 9.000 toneladas de productos agrícolas
En 2.000 toneladas de productos mineros
En 4.000 toneladas de carbón
En 3.000 toneladas de mercaderías

A iguales cifras llega este señor en la tasación del tráfico del valle de La Ligua.

2. Papudo, Cabildo y Tilama

La carga menos valiosa para esa región se movilizará por la vía marítima sobre el puerto de Papudo, de los metales irá, en cambio, probablemente una parte a Valparaíso.

Se podrá calcular que en cuanto a carbón y coque se introducirá anualmente:

Para Cabildo	unas 5.000 toneladas
Para Pedegua y región dependiente	unas 7.000 toneladas
Para Las Palmas	unas 100 toneladas
Para Tilama	unas 1.200 toneladas

3. Tilama, Caimanes, Salamanca, Vilos, Combarbalá, Illapel, Vilos

La carga de Caimanes y del valle del Choapa, así como la de Illapel y Combarbalá y alrededores, pasará en el futuro sobre Los Vilos. Los valles de Caimanes y de Choapa son de gran productividad agrícola, hay además en esas regiones numerosas minas.

La riqueza minera de la región de Illapel y Combarbalá es extraordinariamente grande. Hace poco se han formado varias sociedades con grandes capitales que han adquirido gran número de minas que hasta estaban en manos de particulares, y sólo esperan la iniciación de la construcción del *Ferrocarril Longitudinal* para hacer fructificar los cuantiosos medios de que disponen, con una explotación intensiva.

La carga que anualmente moviliza el ferrocarril de Los Vilos asciende a 10.000 toneladas, de las cuales corresponden 4.000 a la importación y 6.000 a la exportación. Se calcula que la mitad de esta carga procede del valle del Choapa, la otra mitad de Illapel y de la región adyacente.

Para el porvenir la exportación sobre Los Vilos debe calcularse en unas 18.000 toneladas y la importación, tomando en cuenta el gran consumo de carbón, igualmente en unas 18.000 toneladas.

La carga de San Marcos y de la región al norte de esa ciudad, en cuanto los puntos de procedencia no estén ubicados en la esfera del ferrocarril de Tongoy y Ovalle, de 1,07 metros de trocha, se movilizará probablemente por el ferrocarril de Coquimbo, para evitar el trasbordo de Ovalle.

El tráfico del ferrocarril de Coquimbo, de entrada y de salida ascendió en los últimos años a unas 120.000 toneladas anuales, de cuyas sumas corresponderán dos terceras partes a la sección Ovalle-Coquimbo y el resto a la de Coquimbo-Rivadavia (valle del río Coquimbo). De las 80.000 toneladas de carga movilizada por la primera sección, se podrán calcular unas 30.000 toneladas como correspondientes a la importación y de las 40.000 de la segunda unas 15.000.

Aunque supongamos que en la sección de Coquimbo a Paloma no se experimente en el tráfico un aumento de consideración se puede, sin embargo, dar por sentado que gracias a la comunicación ferroviaria entre Paloma y San Marcos, y sobre todo a haberse sometido al regadío grandes extensiones de terreno en las cercanías de Palqui, se producirá en la importación un aumento de unas 10.000 toneladas y en la exportación un aumento de unas 12.000 toneladas.

4. La Serena-Chañar

En esta sección hay minas extraordinariamente ricas; primeramente unas cuantas minas que extraen anualmente unas 30.000 toneladas anuales de minerales que se envía a Compañía Baja, y luego la ciudad minera de La Higuera, que ella sola elabora al año 6.000 toneladas de ejes. La exportación e importación para las minas ubicadas en las cercanías de Trapiche, Punta Colorada y Yervas Buenas podrá calcularse para el porvenir en una 17.000 toneladas.

Desde Serena hasta Chañar se desarrollará en toda la línea un tráfico de productos agrícolas en extremo activos, puesto que todas las minas de esa sección se surten de víveres y forraje exclusivamente en Serena.

Las cantidades de víveres y mercaderías que se importarán anualmente, las calculamos en 5.000 toneladas, las de forraje en 6.000 y las de carbón en unas 18.000 toneladas; la exportación de minerales y metales en 5.000 toneladas.

5. Chañaral-Vallenar

En la esfera de acción de la sección Chañaral-Vallenar hay gran número de ricas minas en explotación que en la actualidad ya dan vida a un tráfico considerable en el ferrocarril de Huasco a Vallenar. El tráfico de este ferrocarril ascendió en el año 1905 a 34.000 toneladas, de las cuales un tercio corresponde a la importación y dos tercios a la exportación. De esta exportación que por lo tanto suma unas 22.000 toneladas, se puede tomar la mitad más o menos como procedente de las ciudades de Vallenar y Freirina, la otra mitad de la región adyacente y de las mismas que rodean el pueblo de Vizcachitas. Si calculando moderadamente sólo suponemos que el tráfico de esas minas se duplique, siempre resultará una exportación de unas 22.000 toneladas.

La ciudad misma de Vallenar producirá además, en lo futuro, una cantidad enorme de productos agrícolas por cuanto gracias a las obras de regadío de gran aliento que todavía se están construyendo, en la falda del valle del río Huasco y en la altiplanicie cortada por ese valle, en cuanto es susceptible de regadío, surgirán fértiles campos donde hasta ahora sólo había terrenos no cultivados.

El aumento que de esta manera experimentará la producción agrícola de Vallenar, se puede calcular en el triple o cuádruple del actual rendimiento, así que se podrá contar con un tráfico de 30.000 toneladas por lo menos de productos agrícolas.

Estas cantidades, sobre todo el forraje, se exportarán en parte por la vía marítima hacia el norte, en parte encontrarán empleo en las minas entre Vallenar y Copiapó.

6. Vallenar-Copiapó

El tráfico de carga de esta sección no será por ahora de consideración, por cuanto esa región ya está dotada de dos ferrocarriles que la cruzan. El cuadro siguiente demuestra el tráfico de carga probable del *Ferrocarril Longitudinal*:

CAPÍTULO I. LA RED LONGITUDINAL

<i>Puertos de salida y llegada</i>	<i>Productos y mercaderías</i>	<i>expedición</i>	<i>Estación de recepción</i>	<i>Kilómetros</i>	<i>Toneladas al norte</i>	<i>Toneladas en dirección al sur</i>	<i>Toneladas kilómetro</i>	<i>Observaciones</i>
CALERA	Cemento, mercaderías y víveres	Calera	La Ligua	52	1.000	-	52.000	
			Cabildo	72	1.500	-	108.000	
			Pedegua	84	2.500	-	210.000	
			Tilama	126	200	-	25.000	
CALERA	Cemento		Caimanes	146	200	-	29.000	
			Salamanca	194	300	-	58.200	
			Illapel	200	600	-	120.000	
PAPUDO	Carbón y coke, mercaderías surtidas, parafina, harina, materiales de construcción, máquinas para minas		La Ligua	28	500	-	14.000	
			Cabildo	48	5.000	-	440.000	
			Pedegua	60	7.000	-	220.000	
			Las Palmas	83	100	-	8.300	
			Tilama	100	1.200	-	120.000	
			-	100	-	2.000	200.000	
			Papudo	83	-	200	16.600	
LOS VILOS	Productos agrícolas y mineros		Pedegua	60	-	11.000	660.000	
			Cabildo	48	-	8.000	384.000	
			La Ligua	28	-	3.000	84.000	
			Caimanes	95	500	-	47.500	
LOS VILOS	Mercaderías surtidas, víveres, harina, parafina, carbón, coke, materiales de construcción, máquinas para minas		Limahuida	67	500	-	33.500	
			Salamanca	87	2.000	-	174.000	
			Las Cañas	59	1.000	-	59.000	
			Illapel	80	6.000	-	480.000	
			Matancillas	111	1.000	-	111.000	
			Pama Combarb.	142	6.000	-	852.000	
			Pama Combarb.	142	-	4.000	568.000	
			Matancillas	111	-	600	66.000	
			Illapel	80	-	5.000	400.000	
			Las Cañas	59	-	2.000	118.000	
LOS VILOS	Productos agrícolas y mineros		Los Vilos	87	-	450	39.150	
			Limahuida	67	-	1.000	67.000	
			Caimanes	95	-	6.000	570.000	
	S. Marc.-Palqui	158	10.000	-	1.580.000			

MONOGRAFÍA DE LAS LÍNEAS FÉRREAS FISCALES

<i>Puertos de salida y llegada</i>	<i>Productos y mercaderías</i>	<i>Estación de expedición</i>	<i>Estación de recepción</i>	<i>Kilómetros</i>	<i>Toneladas al norte</i>	<i>Toneladas en dirección al sur</i>	<i>Toneladas kilómetros</i>	<i>Observaciones</i>
COQUIMBO	Mercaderías surtidas, víveres, harina, parafina, carbón, coque, materiales de construcción, máquinas para minas	Paloma-Coq.	Paloma-Coq.	116	30.000	-	3.480.000	
		Compañía Baja	Compañía Baja	16	14.000	-	224.000	
		Coquimbo	Quebr. Honda	58	100	-	5.800	
			La Higuera	77	16.000	-	1.232.000	
			Trapiche	94	4.500	-	423.000	
			Punta Colorada	104	4.500	-	468.000	
			Yerbas Buenas	121	6.000	-	726.000	
			Chañar	136	1.000	-	136.000	
			Chañar	136	-	500	68.000	
			Yerba Buena	121	-	2.000	242.000	
COQUIMBO	Productos agrícolas y mineros	Punta Colorada	Punta Colorada	104	-	2.000	208.000	
		Trapiche	Trapiche	94	-	2.000	188.000	
		La Higuera	Coquimbo	77	-	-	-	Forrajes
		Quebr. Honda		58	-	1.000	58.000	
		Compañía Baja		16	-	6.000	96.000	
		Coq. - Paloma		116	-	50.000	5.800.000	
		Palqui-S. Marc		158	-	12.000	18.960.000	
HUASCO	Mercaderías surtidas, víveres, harina, parafina, carbón, coque, materiales de construcción, máquinas para minas, Productos agrícolas y mineros	Huasco	Chanaral Vizcach	115	12.000	-	1.380.000	
			Vallenar	50	6.000	-	300.000	
			Vallenar Cast.	145	1.000	-	145.000	
		Vallenar Cast.		145	-	2.000	290.000	
		Vallenar	Huasco	50	-	30.000	1.500.000	Desmontes
TOLEDO	Mercaderías surtidas, víveres, harina, parafina, carbón, coque, materiales de construcción, máquinas para minas, Productos agrícolas y mineros	Chanaral Vizcac.	Chanaral Vizcach	115	-	22.000	2.530.000	
		Toledo	Paradero de Atacama	40	100	-	4.000	
		Paradero de Atacama	Toledo	40	-	2.000	80.000	Desmontes
SUMA TOTAL				142.300	174.750		29.395.050	

La parte que aquí cabe del informe oficial a los proyectos de los sindicatos es como sigue:

*Discusión general de la ruta
y los trazados*

Los estudios y reconocimientos de la vía longitudinal, practicados en múltiples ocasiones anteriores por la Dirección de Obras Públicas según todos los trayectos susceptibles de aprovechamiento, fueron seleccionados después convenientemente llegando a establecerse una ruta general para el trazado, como resumen de las condiciones que se ofrecían más favorables al proyecto y que sólo en ciertos puntos mostraba soluciones dobles, de naturaleza local, no suficientes para desplazar el rumbo fundamental del conjunto. Fue así como el portezuelo de La Grupa se consideró punto obligado de atraveso y como tal se avanzó la construcción de un túnel arreglado a proyectos debidamente justificados y se estacó además definitivamente el acceso desde Cabildo.

Siguiendo al norte, los portezuelos de Las Palmas y los Cristales se señalaron también como puntos de escala forzada; pero al descender al valle de Pupio se reservaron opiniones sin trasmontar las cuestas de Las Astas para caer al valle del Choapa o desviarse hacia el ramal de Los Vilos a Illapel con el objeto de utilizar el túnel existente de Cabilolén. Ambos proyectos fueron estudiados entonces y hoy han sido también propuestos por los sindicatos. De Choapa a Illapel el longitudinal aprovecha la línea construía.

Entre Illapel y Combarbalá media el encumbrado cordón de Los Hornos a cuyo trasmonte queda subordinada la ubicación de esta sección de la línea. El trayecto preferido trepaba la altura por el cajón de la Alcaparrosa para descender del otro lado hasta Pama y de allí a San Marcos. Los sindicatos han divergido en la forma de salvar la cumbre; pero ambos se aprovechan de las premisas oficiales.

Entre San Marcos y Ovalle hay vía en construcción como parte del mismo plan primitivo; y más antiguo es el ferrocarril de Ovalle a Serena, cuya trocha habrá de cambiarse.

De La Serena a Vallenar se ofrecían dos rutas estudiadas; pero ambos sindicatos han optado por la del occidente, la cual tiene como puntos obligados los portezuelos Chorrillos, Buenos Aires, Fundicioncita, Incahuasito, Churqui y Agua Amarga, pero el acceso a Vallenar queda como materia de elección.

De Vallenar al norte se aprovecha también un trayecto conocido que tiene por arribos marcadamente fijos las aguadas Chacritas, Algarrobal y Punta Díaz y el portezuelo del Llano Seco. El arribo directo a Copiapó se dificulta por la interposición de un cordón que obliga a desviarse ya sea al poniente para arribar a Toledo como los alemanes, o al oriente trepando el portezuelo de Las Cruces para bajar a Paipote, como los belgas, cuyos dos caminos poseían reconocimientos fiscales.

Discutiremos la índole general de los desarrollos propuestos por los sindicatos entre estos puntos de paso obligado, ya que sus detalles han sido tratados en las páginas precedentes; pero para facilitar el estudio nos cumple sentar algunas bases

sobre la resistencia de los vehículos al movimiento en las gradientes y curvas, ya sean de adherencia o cremallera, las cuales serían:

1. Resistencia de un carro en la horizontal recta.
2. Resistencia de una locomotora en la misma.
3. Resistencia de un convoy.
4. Resistencia de la locomotora mixta de adherencia y cremallera.
5. Resistencia del convoy con locomotora mixta.
6. Poder tractivo de la locomotora adherente.
7. Poder tractivo de la locomotora mixta.
8. Resistencias de las curvas.
9. Largos virtuales.

1. Para el arrastre en la horizontal recta, el carro requiere por término medio un esfuerzo de tracción de 3 kg por tonelada de su peso o, lo que es igual, comenzará a moverse por su propia gravitación en una pendiente de 3‰.

2. Por simple adherencia una locomotora con su mayor suma de resistencias pasivas por el roce de las articulaciones y contactos del mecanismo, necesita 10 kg de tracción horizontal por tonelada, o una pendiente de 10‰ para iniciar su descenso cuando se la abandona a sí misma. Notemos que este coeficiente 10‰ de resistencia horizontal será prácticamente el mismo, para fines ordinarios, ya sea la máquina remolcada por agencia extraña, ya impulsada por su propia fuerza a poca o mucha velocidad, aunque en rigor las velocidades tienden a aumentar las resistencias.

3. Un tren compuesto de locomotoras y carros comenzará a descender en una pendiente donde el exceso de la gravedad de los carros sea bastante para vencer la resistencia que oponga la locomotora. Sea:

- i esta pendiente
- p el peso de la locomotora
- P el peso de los carros

$$P(i-3) = p(10-i)$$

y suponiendo que los carros en pendiente de 3‰ tienen igual gravedad que la locomotora en pendiente de 10‰:

$$3P = 10p$$

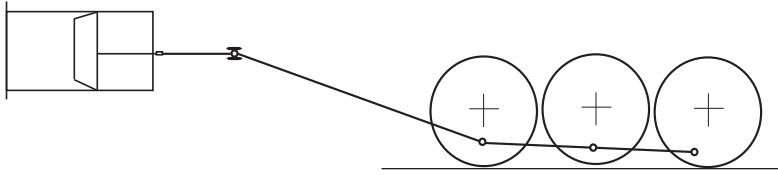
de cuyas dos ecuaciones:

$$i = 4,6‰$$

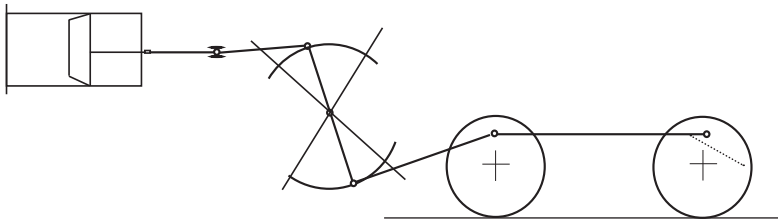
Se acostumbra a tomar 5‰.

4. La locomotora mixta, de adherencia y cremallera, tiene dos series de mecanismos que respectivamente gobiernan ésta y aquélla. Véase en la siguiente página.

Mecanismo de adherencia



Mecanismo de cremallera



El primero se compone de dos cilindros con sus válvulas y los manejos de éstas, además de la cadena ordinaria de órganos de transmisión que consta de crucetas y guías, bielas, manivelas y ruedas motrices acopladas.

El segundo mecanismo tiene otros dos cilindros semejantes y una cadena algo diferente compuesta de crucetas y guías, bielas, barras oscilantes, otras bielas, manivelas y dos ruedas dentadas acopladas.

Las resistencias pasivas de una locomotora semejante, cuando está en acción plena, provienen de los frotamientos de ambos mecanismos y del roce de los piñones en la cremallera.

El del mecanismo de adherencia sabemos que es igual a 10 kg por tonelada, y respecto del otro que tiene el mismo número de articulaciones y demás, podemos admitirlo igual al primero, salvo el descuento de 3 kg que como vehículo propiamente corresponde a las ruedas apoyadas sobre los rieles que sostienen el peso del uno y que están eliminados en los piñones por hallarse éstos suspendidos. El roce de ambos es así 17 kg.

El frotamiento de los dientes puede apreciarse por el trabajo que absorben, el cual varía en las pequeñas velocidades como lo indica la tabla siguiente de experiencias clásicas (Kent-Transactions A.S.M.E.).

I

<i>Velocidades en km por hora</i>	<i>Razón del trabajo absorbido al total = K</i>
0,054	0,100
0,180	0,065
0,720	0,030
1,800	0,020
3,600	0,015

Con velocidades superiores a 3,600 km lo valores de K se conservan prácticamente constantes.

Ahora bien, el trabajo total y el del frotamiento tienen como factor común el camino recorrido, luego son proporcionales a los esfuerzos respectivos, que son la presión P' desplazada y el esfuerzo f del roce de los dientes, de manera que el valor K de la tabla, razón del trabajo disipado al trabajo total invertido, es también igual al coeficiente de frotamiento $\frac{f}{P'}$.

Para obtener el coeficiente del completo reposo, bastará construir la curva y apreciar el valor de K que coexista con la velocidad O , el cual se hallará que es más o menos igual a 0,107. La presión P' de que se hace mérito es la normal al diente y evidentemente igual al máximo esfuerzo de tracción de que es susceptible la locomotora auxiliándose de la cremallera. Este esfuerzo depende sobretudo de la potencia del mecanismo respectivo que ha de ser capaz de movilizar un cierto peso, variable en sentido inverso de la gradiente y la velocidad. Supongamos una rampa tal que la máquina alcance a remontarla con el propio peso, como única carga y con velocidad tan mínima que se aproxime al estado de equilibrio. Entonces la fuerza de tracción de la locomotora habrá obtenido su mayor valor y será igual a las resistencias pasivas de ésta, adicionadas de la gravedad de tal pendiente, es decir, que bajo un peso p , un frotamiento de los mecanismos igual a 0,017 p y otro f de los dientes igual a 0,107 P' , se desarrollaría en la pendiente límite de $i\%$ un esfuerzo:

$$P' = (0,017 + i)p + f \quad (1)$$

Y sustituyendo en P' por su valor en f , o sea, $P' = \frac{f}{0,107}$.

$$\frac{f}{p} = \frac{0,017 + i}{8,346}$$

cuya fórmula expresa el coeficiente de frotamiento de nula o ínfima velocidad de los dientes con relación al peso de la locomotora.

Si en vez de suponer la velocidad ínfima la admitimos sensible, lo cual equivale en el caso tratado a disminuir la rampa o aumentar la potencia de la máquina, el coeficiente de frotamiento mengua de valor conforme a la tabla 1 de más arriba. De las tres cantidades P' , f e i , que entran en la ecuación (1) podemos hacer i constante e igual a la máxima de la línea o 60‰, y como P' es función de f y del coeficiente K , obtendremos el valor variable $\frac{f}{P'}$ del coeficiente del frotamiento de los dientes con relación al peso p de la locomotora, por medio de la fórmula final:

$$\frac{f}{P} = \frac{0,077 K}{1 - K} \quad (2), \text{ con cuyo auxilio se forma la nueva tabla:}$$

II

<i>Velocidad en km/h</i>	<i>Coefficiente del frotamiento de los dientes en función del peso de la locomotora</i>	<i>$\frac{R}{P}$ Resistencia total en kg por tonelada de locomotora</i>
	$= \frac{f}{P}$	
0	0,0092	26,2
0,054	0,0085	25,5
0,180	0,0053	22,3
0,720	0,0024	19,4
1,800	0,0016	18,6
3,600	0,0012	18,2

La tercera columna consigna la resistencia total o suma de los roces de dientes y mecanismos de la locomotora mixta, en kg por tonelada de peso, o bien las pendientes que ésta descendería con movimiento uniforme, o sin aceleración, bajo un impulso primero capaz de comunicarle las distintas velocidades. Con una superior a 4 km por hora, admitiremos un valor de 18 kg.

Del valor 26,2‰ para la pendiente de equilibrio del reposo fluye la consecuencia práctica que los dientes se gastarán más a la entrada que en ninguno de los otros puntos de la cremallera, y luego que conviene penetrar en éstas bajo cierta velocidad, igual o superior a 4 km.

Para el cálculo del frotamiento de los dientes es muy común recurrir a la fórmula de Redtenbacher:

$$K = \frac{f}{P'} = \frac{1}{2} at \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r'} \right), \text{ en la cual conservando a } K, f \text{ y } P' \text{ sus}$$

denominaciones anteriores, r y r' son los radios de los círculos de contacto de las ruedas, a el coeficiente de frotamiento de superficies, variable de 0,08 a 0,15 según el estado de lubricación, y t el paso de los dientes.

En el caso de cremallera y piñón, $r' = \infty$, y la fórmula se convierte en:

$$K = \frac{at}{2r}$$

De la práctica sacamos para t un valor de 120 mm y para $2r$ los siguientes:

- 0,593 m (por Cail y C°)
- 0,573 (Harz)
- 0,688 (Trasandino)

De manera que:

$$K = 0,202 a$$

$$0,209 a$$

$$\text{y } 0,175 a$$

Si se acepta para a el valor 0,08, que indica lubricación cuidadosa, obtendríamos un valor medio para K de 0,0156, que bien concuerda con el de la tabla I de más arriba, a la velocidad de 3,600 km/hr. y así Enseguida; pero en todo caso esta fórmula es menos comprensiva que el otro método.

5. Para calcular la pendiente de equilibrio de un tren en cremallera, sea R la resistencia de la locomotora según la velocidad, dada por la tercera columna de la tabla II anterior, p y P los pesos de la máquina y el convoy, respectivamente, e i la pendiente de equilibrio. Semejante al caso del párrafo 3°:

$$(R - i)p = (i - 3)P$$

$$Rp = 3P$$

$$i = \frac{6R}{R + 3}$$

Sustituyendo en vez de R sus valores de la tabla:

$$\text{III} \left\{ \begin{array}{cccccc} R = & 26,2 & 25,5 & 22,3 & 19,4 & 18,6 & 18,2 \\ i = & 5,40 & 5,37 & 5,29 & 5,19 & 5,17 & 5,15 \end{array} \right.$$

o un valor medio de 5,26‰ para i . Adoptamos 5 1/2‰.

6. El poder tractivo de la locomotora adherente lo calcularemos como sigue:

p = peso adherente de la máquina.

P = peso del convoy no adherente.

i = pendiente ‰.

K = coeficiente de rozamiento de llantas de acero sobre rieles de acero.

pK = poder adherente de las llantas motrices.

$(P + p)(i + 5)$ = resistencia del tren.

$(P + p)(i + 5) = pK$.

El valor de K se deduce de la experiencia y se halla que varía con la velocidad de acuerdo con la siguiente tabla (Westinghouse).

* Durante la revisión del texto de los ingenieros Knudsen y Jiménez no fue posible replicar todos sus argumentos matemáticos, debido, probablemente, a algunas imprecisiones de transcripción.

$$IV \left\{ \begin{array}{l} \text{Velocidad } v, \text{ km-hora} = 0 \quad 15 \quad 25 \quad 40 \quad 60 \quad 70 \quad 80 \\ K' = \quad \quad \quad 0,127 \quad 0,110 \quad 0,087 \quad 0,080 \quad 0,057 \quad 0,047 \quad 0,040 \end{array} \right.$$

Estos valores corresponden sensiblemente a la fórmula:

$$K' = 127 - 1,125 v, \text{ en kg por tonelada}$$

y la ecuación de tracción se hace:

$$(P + p)(i + 5) = p(127 - 1,125v) \quad (2)$$

Si $P = 0$ y $v = 0$, $i = 122$, que es la pendiente de equilibrio de un vehículo con frenos apretados o bien la rampa máxima en que una locomotora transporta su propio peso con velocidad ínfima, sin dar lugar al patinaje. El uso de la arena puede aumentar ligeramente este límite.

7. El poder tractivo de la locomotora mixta es igual a la suma de los que son susceptibles de desarrollar sus dos disposiciones de adherencia y cremallera, y el peso de la máquina se fija por la condición que ella no ha de patinar en el servicio de adherencia. La tracción por cremallera depende exclusivamente de la capacidad de la caldera y de la potencia de los cilindros respectivos, y en rigor no podría fijarse límite a su poder, a lo menos en teoría. Pero en la práctica no sería posible aumentar indebidamente el generador y conviene que en las secciones dentadas el esfuerzo de tracción se divida en proporción adecuada entre los mecanismos de adherencia y cremallera. Conservando las mismas notaciones que en la ecuación (2) y llamando n la razón $\frac{Cr}{Ad}$ de la cremallera a la adherencia, con lo cual la cremallera viene a ser $\frac{n}{n+1}$ del esfuerzo total, tendremos como ecuación de tracción dentada.

$$(P + p)(i + 5,5) = p(127 - 1,125v) + (P + p) \left(\frac{n}{n+1} i + 5,5 \right)$$

$$(P + p)i = (n + 1) p(127 - 1,125v) \quad (3)$$

o bien cuando los esfuerzos se dividen por mitad:

$$(P + p)i = 2 p(127 - 1,125v) \quad (4)$$

8. Otro elemento que hay que considerar es la resistencia que oponen las curvas a la tracción. Se distinguen las de simple adherencia y las de cremallera.

Cuando una de las ruedas motrices de la locomotora carece de pestaña y el resto del equipo no tiene marco rígido, además de estar la fuerza centrífuga debidamente equilibrada por el peralte del riel exterior, la resistencia de aquéllas se reduce en gran parte, en las líneas usuales, al roce del deslizamiento obligado de la llanta en un espacio igual a la diferencia de longitud de ambos rieles. Teóricamente

la conicidad que se da a las ruedas, (1/30 en trocha de un metro) está destinada a igualar los caminos interno y externo; pero en la práctica se observa que tal resistencia subsiste enormemente a pesar del artificio.

Siendo a la trocha, l el desarrollo de la curva y r su radio, la diferencia de largo de ambos rieles es $\frac{al}{r}$ y el trabajo de frotamiento en la curva bajo un coeficiente k de roce es:

$$\frac{1}{2} (P + p) k \times \frac{al}{r}$$

equivalente al de una pendiente i' ‰

$$(P + p) \frac{i'}{1000} \times l$$

de donde, para $a = 1$ m:

$$i' = \frac{500k}{r}$$

La experiencia da para el coeficiente k un valor que se aproxima o iguala a la unidad (Desdouts; Henk), lo cual desdice toda teoría, haciendo que este trabajo de frotamiento sea igual al transporte vertical del peso del tren a una altura igual a la mitad del exceso del largo del riel exterior.

En las curvas en cremallera donde existe también diferencia de caminos entre las barras dentadas externas, que forzosamente habrá de traducirse en frotamiento, es necesario incrementar la pendiente i' con otra suplementaria i' equivalente a la nueva resistencia.

En líneas de algún movimiento la cremallera se ha construido hasta ahora con tres series de barras paralelas; pero según los últimos datos parece que dichas series están hoy reducidas a dos, precisamente para disminuir la resistencia de las curvas. En este caso, admitiendo un espaciamiento de 71 mm de eje a eje, la diferencia de longitud entre una y otra barra en curva sería $\frac{0,071 \times l}{r}$ siendo l y r como antes el desarrollo y radio de la curva, y esta diferencia dividida por el número de las barras parciales contenidas en el trayecto curvilíneo l , daría el avance que deben sufrir las interiores en cada juntura para conservar igualdad de posición relativa de los dientes de una y otra serie. Con l' como largo de cada barra parcial, dicho avance sería, $\frac{0,071 l'}{r}$ o 1½ mm en el caso de $l = 3$ m y $r = 140$ m, de modo que en cada juntura el piñón interno se ve obligado a un deslizamiento que es causa de un frotamiento extra de las superficies entre sí.

La suma de los trabajos de estos frotamientos en la longitud de la curva es, con $k = 1$:

$$P' \times 0,071 \frac{l}{r},$$

siendo P' la presión normal al diente y, por tanto:

$$P' = (P + p) \frac{i}{1000},$$

en que $i\%$ es la pendiente de la vía y p , P los pesos de la locomotora y el convoy como antes.

Si expresamos este trabajo como el de una pendiente virtual $i''\%$, o sea:

$$(P + p) \frac{i''}{1000} \times 1,$$

obtendremos igualando y reduciendo: $i'' = 0,071 \frac{i}{r}$, cantidad por lo general despreciable, de tal manera que la resistencia de las curvas con cremallera es prácticamente igual a las de simple adherencia.

9. Todos los datos precedentes sirven para calcular el largo virtual de un trazado, o lo que es igual, el largo horizontal adherente y recto cuya resistencia a la tracción sea igual a la suma de las resistencias de las gradientes y curvas, ya sea en adherencia o en cremallera, de la línea propuesta.

Supuesto (§3) que la pendiente de equilibrio de un tren por simple adherencia es de 5% , lo cual también expresa la resistencia del convoy en la horizontal, una rampa cualquiera de $i\%$ evaluada en tracción horizontal sería $\frac{i}{5}$ y su largo virtual:

$$L = L_o + L_o \frac{i}{5} = L_o \left(1 + \frac{i}{5}\right)$$

en que L_o es la proyección horizontal del trayecto.

Además, cada curva que en tal rampa exista representa (§ 8) la resistencia de una rampa adicional $i'' = \frac{500}{r}$, cuya resistencia horizontal $\frac{100}{r}$ multiplicada por su proyección l_o debe agregarse al largo virtual de la rampa recta.

Ateniéndose a la ley de signos, las bajadas o contrapendientes darían signos negativos para i , y esto ocurrirá en la práctica siempre que se aproveche el trabajo del descenso como, por ejemplo, comprimiendo aire con fines utilitarios. Si al dicho trabajo de la gravedad se le absorbe en su mayor parte con frenos de mano u otros que no impliquen gastos sensibles, fuera de los generales de sueldos y reparaciones, podemos considerar el largo virtual de tal bajada como absolutamente nulo, ya que no hay gastos propiamente, ni de potencia motriz ni de frenaje. Pero si, durante el descenso, se opera la reducción de velocidad del convoy por medio de algún órgano que requiera para el funcionamiento el consumo de cierta dosis de la potencia motriz asignada al sistema entero, es evidente que las contrapendientes dejan de tener largos virtuales negativos o nulos y se traduce en resistencia onerosa con un costo proporcional a la potencia consumida en esa operación, estimada como parte alicuota del transporte en vía horizontal.

Este trabajo consumido por los frenos y por las resistencias pasivas del tren de bajada es siempre igual a la energía de caída libre del mismo, menos la potencia viva del convoy a la velocidad uniforme y reglamentaria que se le permite:

$$\text{Trabajo del freno} = (P + p) \left(\frac{L_o(i - 5)}{1000} - \frac{v^2}{2g} \right)$$

en la cual como antes, $(P + p)$ es el peso de locomotora y carros, L_0 el largo recorrido, i la pendiente en milímetros por metro, v la velocidad reglamentaria del descenso en metros por segundo y $g = 9,81$ m.

En la mayoría de los casos dicho trabajo frenante es de simple disipación de energía, por el rozamiento de zapatas aplicadas a las llantas de las ruedas del tren con presión P' y coeficiente de frotamiento K . La ecuación se hace:

$$P' K L = (P + p) \left(\frac{L_0(i-5)}{1000} - \frac{v^2}{2g} \right)$$

El primer miembro representa un trabajo cuyo motor es la gravedad y, por lo tanto, resultará enteramente gratis siempre que la presión P' lo sea, y esto hemos dicho que puede admitirse con el freno maniobrado a mano, que no alcanza a acrecentar los gastos generales de explotación. Pero con los diferentes frenos mecánicos, la presión es directa o indirectamente origen de trabajos de maniobra onerosa cuyo monto es determinante del largo virtual de la contrapendiente, los cuales es necesario estimar separadamente del roce frenante.

Para esto sea e la energía que consume el freno en el desarrollo prolongado de la presión P' durante el trayecto L , tendremos:

$$P' = \frac{d\epsilon}{dL}$$

cuyo valor sustituido e integrado entre los límites 1 y L_0 es:

$$\epsilon = \frac{P + p}{K} \left(\frac{(i-5)(L_0-1)}{1000} - \frac{V^2}{2g} \text{Log. } L_0 \right)$$

Para utilizar esta ecuación es necesario conocer K , el cual se sabe experimentalmente que depende de la velocidad como en la tabla siguiente (Fadda).

Velocidad km/hora	K	$\frac{\beta}{1000}$	Velocidad km/hora	K	$\frac{\beta}{1000}$
0	0,330	0,290	48	0,164	0,170
12	0,244	0,254	55	0,142	0,157
15	0,242	0,246	64	0,140	0,142
24	0,213	0,223	72	0,127	0,130
31	0,192	0,206	88	0,111	0,109
40	0,166	0,186	96	0,074	0,100

El mismo autor cita también la fórmula de Franke: $\beta = e^{-v/25}$ en la cual β es el frotamiento en kg por tonelada de presión entre zapata y llanta, v la velocidad en metros por segundo y $e = 2,71828$, base neperiana. La tercera columna de la tabla da los coeficientes de frotamiento $\frac{\beta}{1000}$ deducidos de la fórmula y sus diferencias con los experimentales se pueden apreciar.

El anterior valor de ϵ nos permite determinar el largo virtual L de una contragradiente, el cual, como sabemos, es igual a la proyección horizontal del trayecto multiplicada por la quinta parte de la resistencia. Cambiando, para mayor comodidad, la velocidad métrica v por la kilométrica V y usando logaritmos vulgares en vez de neperianos, se tendrá:

$$L = \frac{1}{5K} \left(\frac{(i-5)(L_0-1)}{1000} - 0,009 V^2 \log L_0 \right)$$

Así, en pendientes de 30‰ los largos virtuales de un kilómetro serían, según las velocidades reglamentarias que se fijaran*:

$V =$	10	20	20	30,4
$L =$	18,20	13,30	0,74	0,00 metros

Cuando en la contrapendiente intervienen curvas, su resistencia $\frac{500}{r}$ debe agregarse al descuento de 5 kg de la recta propiamente, luego el largo virtual L de una curva en descenso sería:

$$l = \frac{1}{5K} \left(\frac{\left[i - \left(5 + \frac{500}{r} \right) \right] (l_0 - 1)}{1000} - 0,009 V^2 \log l_0 \right)$$

cuyo valor kilométrico es nulo a una velocidad de 27 kilómetros.

Según el método seguido para obtener estas fórmulas, fácil es deducir que la suma de los largos virtuales de los diversos ítems que componen una misma bajada continua, cuyas gradientes fueran i, i', \dots los largos L_0, L_0', \dots y las resistencias individuales R, R', \dots serían:

$$\sum L = \frac{1}{5K} \left[\frac{(i-R)(L_0-1) + (i'+R')(L_0'-1) + \dots}{1000} - 0,009 V^2 \log (L_0 + L_0' + \dots) \right]$$

El cómputo de los largos virtuales que preceden se refiere a los trayectos de simple adherencia; pero para calcular los de cremallera se seguirán métodos análogos.

La pendiente de equilibrio de un tren de cremallera es de 5,5‰(5), lo cual expresa también la resistencia de la horizontal dentada, y una rampa cualquiera i ‰ avaluada con esta unidad sería $\frac{i}{5,5}$, y su largo virtual referido a la horizontal adherente:

$$L = 1,1 L_0 \left(1 + \frac{i}{5,5} \right)$$

* Reproducimos textualmente el cuadro derivado por los ingenieros Knudsen y Jiménez, sin entender bien la manera de calcularlo.

Cada curva que ocurra en dicho trayecto representa prácticamente (§ 8) la resistencia de una rampa adicional $i'' = \frac{500}{r}$, cuya reducción a la horizontal adhe-
rente $\frac{1,1 \times 500}{5,5 \times r} = \frac{100}{r}$ multiplicada por su proyección de nivel l_0 debe agregarse al largo virtual de la rampa recta.

El largo virtual de las bajadas es enteramente semejante al anterior, bastando sustituir una resistencia de 5,5 kg en vez de la de 5 kg de la adherencia, y multiplicar Enseguida el total por 1,1:

$$L = \frac{1}{5K} \left[\frac{(i-5,5)(L_0-1)}{1000} - 0,009 V^2 \log L_0 \right]$$

$$l = \frac{1}{5K} \left[\frac{\left[i - \left(5,5 + \frac{500}{r} \right) \right] (l_0 - 1)}{1000} - 0,009 V^2 \log L_0 \right]$$

$$\Sigma L = \frac{1}{5K} \left[\frac{(i-R)(L_0-1) + (i'+R')(L_0'-1) + \dots}{1000} - 0,009 V^2 \log (L_0 + L_0' + \dots) \right]$$

Aplicando estas ecuaciones a los trazados de ambos sindicatos, comenzando desde Cabildo y admitiendo velocidades de descenso de 25 km de adherencia y 10 km en cremallera, obtendremos hasta la cota 242 del Artificio de Pedegua, los siguientes largos virtuales:

	<i>Belga</i>	<i>Alemán</i>
Subida Cabildo-Túnel	m 36.278,76	m 40.142,48
Bajada Túnel-Artificio	4.746,23	460,00
	m 41.024,99	m 40.602,48
Subida Artificio-Túnel	m 19.852,26	m 19.673,71
Bajada Túnel-Cabildo	1.449,03	964,43
	m 21.301,29	m 20.638,14

Las subidas se manifiestan aquí favorables a los belgas, especialmente la primera en que obtienen unos cuatro kilómetros de ventaja, la cual pierden en la bajada, sobre todo porque se precipitan primero hasta la cota 231, para enseguida remontarse a la 242 que es el punto más bajo de los alemanes.

Además de estos largos virtuales, caben algunas observaciones sobre la capacidad de ambos trazados, es decir, los pesos movilizables y las velocidades de arrastre en las subidas, bajo el supuesto que los servicios hayan de efectuarse en el mismo tiempo. Las subidas de Cabildo a la boca sur y del Artificio a la boca norte pueden descomponerse como sigue:

	<i>Descripción</i>	<i>Distancia</i>	<i>Dif. Cotas</i>	<i>Rampa media</i>
<i>Belga</i>				
1. Cabildo- km 3,570	Adherencia	3,570	43,84	12,3 ‰
2. km 3,570- km 5,070	Cremallera	1,500	90,0	60,0 ‰
3. km 7,902- km 6,441	Cremallera	1,461	87,66	60,0 ‰
4. km 9,802- km 7,902	Adherencia	1,900	10,85	-5,7 ‰
<i>Alemán</i>				
1. Cabildo- km 4,060	Adherencia	4,060	43,84	10,8 ‰
2. km 4,060- km 8,220	Adherencia	4,160	89,87	21,6 ‰
3. km 2,253- km 0	Adherencia	2,553	76,6	30,0 ‰

Admitiendo para los trayectos de cremallera una velocidad de 10 km, las secciones 2 y 3 alemanas requieren 27,05 km y 17,4 km respectivamente. Introduciendo estos valores de i y v en las ecuaciones de tracción (2) y (4) obtendremos la razón $\frac{P}{p}$ del peso útil arrastrado al peso de la locomotora, en igualdad de tiempo, a saber:

$$\begin{aligned} \text{N}^{\circ} 2 \text{ belga} \quad \frac{P}{p} &= 2,86 \\ \text{N}^{\circ} 2 \text{ alemán} \quad \frac{P}{p} &= 2,62 \\ \text{N}^{\circ} 3 \text{ belga} \quad \frac{P}{p} &= 2,86 \\ \text{N}^{\circ} 3 \text{ alemán} \quad \frac{P}{p} &= 2,07 \end{aligned}$$

Se ve que del lado de Cabildo la capacidad de ambos trazados es sensiblemente igual, máxime cuando las porciones N° 1 de suaves rampas son también equivalentes; pero del lado de Artificio la diferencia de capacidades es de 0,80 a favor de los belgas, de donde fluye la importante consecuencia de que el 3% de adherencia no es en manera alguna equivalente en capacidad al 6% de la cremallera.

De Artificio a Choapa los largos virtuales constan de los siguientes cuadros:

<i>Estudios belgas</i>			
	<i>M</i>		<i>M</i>
Cabildo		Choapa	
Artificio	41.024,99	Cabilolén	91.322,74
Las Palmas	186.797,71	Las Vacas	663,43
Tilama	506,79	Cristales	193.423,57
Cristales	87.916,19	Tilama	1.290,70
Las Vacas	18.652,35	Las Palmas	114.784,59
Cabilolén	94.961,11	Artificio	4.701,98
Choapa	8.231,33	Cabildo	21.301,29
Totales	438.090,47	Totales	427.488,30
Promedio: 432.789,39 m			

Estudios alemanes

	<i>M</i>		<i>M</i>
Cabildo		Choapa	
Artificio	40.603,48	Las Astas	162.381,04
Las Palmas	196.134,28	Pupio	1.496,17
Tilama	1.135,27	Cristales	93.277,12
Cristales	89.313,46	Tilama	1.828,06
Pupio	578,60	Las Palmas	122.091,61
Las Astas	91.069,40	Artificio	3.520,82
Choapa	4.065,71	Cabildo	20.638,14
Totales	422.900,20		405.232,96
Promedio: 414.056,58			

Aquí la comparación puede dividirse en tres partes: Artificio-Tilama; Tilama-Cristales y sobre todo Cristales-Choapa, que es la porción donde hay divergencia en los trazados, yendo el belga por Las Vacas y Cabilolén y el alemán por Las Astas y Limáhuída.

Entre Artificio y Tilama puede verse que los belgas obtienen 8.045,45 m de ventaja y 967,31 m entre Tilama y Cristales; pero, en cambio, entre Cristales y Choapa tienen 27.193,25 m en contra. La ventaja de los ocho mil metros primeros es más aparente que real, porque si bien los alemanes suben a mayor altura en Las Palmas, es para obtener un túnel de 900 metros con rampa y pendiente de 3mm, mientras que el proyecto belga consulta uno de 1.070 m con rampa continua de 30 mm, solución inconveniente como se ha manifestado. Para hacer un proyecto aceptable sería necesario que el trazado belga subiese más, aumentando su cremallera como en 1 km. lo cual contribuiría a igualar largos virtuales. Los 967,31 m de ventaja belga entre Tilama y Cristales son genuinos y debido a la diferencia de ambos desarrollos.

Los 27.193,25 m de desventaja entre Cristales y Choapa provienen de la mayor longitud de la ruta por Las Vacas, compensada por el aprovechamiento de un promedio virtual de 97.589,30 m que está en actual explotación; pero las conclusiones de una menor longitud de explotación definitiva favorecen indudablemente el trazado por Las Astas.

Los largos totales comparados arrojan un saldo de 18.722,81 m o un 4½% a favor de los alemanes, con otro más de 23.029,00 m o 21% de la proyección horizontal del trazado igualmente beneficioso para éstos, siendo, en cambio, las contragradientes de ambos proyectos sensiblemente iguales; 1.642,80 m belgas por 1.642,48 m alemanes.

Al trazado alemán en esta sección podría observársele un detalle de ubicación, a saber: que para los efectos de empalme del futuro ramal a Chincolco habría manifiesta conveniencia en que el cruce con el río Petorca se verificara pasada la quebrada Honda de Pedegua, lo cual en nada perjudicaría los largos virtuales. Los belgas consultan estas facilidades.

Los largos virtuales de la sección Illapel-San Marcos son:

<i>Estudios belgas</i>			
	<i>M</i>		<i>M</i>
Illapel		San Marcos	
Cordón Hornos	316.230,01	Cordón Hornos	274.685,95
San Marcos	26.074,88	Illapel	5.601,53
Totales	342.304,89		280.287,48
Promedio: 311.296,18 m			
<i>Estudios alemanes</i>			
	<i>M</i>		<i>M</i>
Illapel		San Marcos	
Cordón Hornos	270.235,96	Cordón Hornos	235.907,47
San Marcos	20.772,41	Illapel	4.661,71
Totales	291.008,37		240.569,18
Promedio: 265.788,77 m			

Cifras que indican una ventaja de 45.507,40 m a favor de los alemanes, o sea, 17,12% de su largo virtual. Además, las proyecciones horizontales de los trazados arrojan una diferencia de 13.017,00 m o 13,53% y las contragradientes una de 201,13 m, o sea, 23,75% a favor también de los alemanes. En cambio, éstos consultan la construcción de un túnel de 2.100 metros y cabe verificar si el valor de esta obra quedaría compensado por los 13 km de exceso belga junto con el capital representado por los gastos de explotación de los 45 km de mayor largo virtual.

El trazado alemán conviene mucho que sea cambiado entre Chillán y Sánchez al margen sur de dicho estero con el objeto de ahorrar dos puentes y sobre todo para esquivar los faldeos escarpados de la puntilla de Sánchez.

Otra observación que haremos es que ambos estudios ubican la estación de Pama en la ribera izquierda de este río, siendo que para el buen servicio de la ciudad de Combarbalá debe proyectársela a la derecha y cercana a ésta y a la carretera.

La sección La Serena-Vallenar tiene por largos virtuales los siguientes:

<i>Estudios belgas</i>			
	<i>M</i>		<i>M</i>
Serena		Vallenar	
Portezuelo Chorrillos	140.964,93	Port. Agua Amarga	187.745,32
Quebrada Honda	7.477,08	Quebrada Barrancones	11.548,08
Portezuelo B. Aires	82.251,65	Portezuelo Incahuasito	121.524,87
Punta Placeres	14.248,61	Punta Placeres	13.669,54

	<i>M</i>		<i>M</i>
Portezuelo Incahuasito	219.680,67	Port. B. Aires	88.040,72
Quebrada Barrancones	19.390,87	Quebrada Honda	2.036,39
Port. Agua Amarga	112.237,36	Port. Chorrillos	78.765,39
Vallenar	17.810,90	Serena	9.195,81
Totales	614.071,07		512.526,12

Promedio: 563.298,59 m

Estudios alemanes

	<i>M</i>		<i>M</i>
Serena		Vallenar	
Portezuelo Chorrillos	136.954,21	Port. Agua Amarga	189.956,75
Quebrada Honda	6.352,02	Quebrada Barrancones	12.500,54
Portezuelo B. Aires	79.727,76	Portezuelo Incahuasito	117.230,14
Punta Placeres	12.235,39	Punta Placeres	11.066,76
Portezuelo Incahuasito	212.149,87	Port. B. Aires	88.591,69
Quebrada Barrancones	15.815,11	Quebrada Honda	775,82
Port. Agua Amarga	108.089,57	Port. Chorrillos	77.653,09
Vallenar	11.566,79	Serena	12.030,66
Totales	582.890,72		509.805,47

Promedio: 546 348,09 m

Estos cuadros acusan un mayor largo virtual belga de 19.950,50 m, o bien 3,12% del alemán. Las proyecciones horizontales dan un saldo de 5.701,50 m o bien 274% a favor de los belgas, y las contragradientes 143,27 m o 8,22% al de los alemanes.

La ubicación alemana de la estación de Vallenar, sobre la primera meseta del faldeo norte a la cota 419, o sea, 20 m más alta que el proyecto belga y 43 m más que la actual provisoria del ramal a Huasco, no aumentará sensiblemente ni los largos virtuales del longitudinal, ni del ramal mismo cuando empalme allí; pero sí gravaría el tráfico local de la ciudad cualquiera que sea su importancia. Por otra parte, el proyecto belga, en el estado actual del terreno, hará extremadamente difícil la prolongación de dicho ramal al interior del valle del Huasco.

En la sección de Vallenar al norte los trazados divergen en Punta Díaz dirigiéndose los alemanes a Toledo y los belgas a Paipote, verificando ambos empalme con el ferrocarril de Copiapó. Los largos virtuales se dan a continuación:

Estudios belgas

	<i>M</i>		<i>M</i>
Vallenar		Paipote	
Punta Díaz	132.579,18	Punta Díaz	190.802,91
Paipote	184.104,52	Vallenar	117.422,67
Totales	316.683,70		308.225,58

Promedio 312.454,64 m

<i>Estudios alemanes</i>			
	<i>M</i>		<i>M</i>
Vallenar		Toledo	
Punta Díaz	122.814,89	Punta Díaz	199.695,97
Toledo	143.164,68	Vallenar	113.351,07
Totales	295.979,57		313.047,04
Promedio 289.513,30 m			

La diferencia de estos promedios, 22.942,34 en pro de los alemanes, equivalen al 7,92% de éstos.

La proyección horizontal belga es 13.746,00 m menor que la alemana, igual al 9% del primer desarrollo; pero las contragradientes belgas exceden en 91,28 m a las alemanas, o sea, 9,85% de éstas.

Si se deseara una comparación de ambos largos virtuales estimándolos hasta Paipote por ser éste el origen de la prolongación del sistema longitudinal al norte, se obtendrían valores más o menos iguales para los dos proyectos, aunque la traza por Toledo serviría directamente a Copiapó.

Observaremos a la traza alemana que puede mejorarse en esta sección introduciendo la cremallera para salvar la sierra de Fritis y el acceso al Llano Seco.

Resumiendo entonces, la suma de los promedios parciales es:

Belgas	1.619.838,80 m
Alemanes	1.515.716,72 m
Cuya diferencia	104.122,08 m

Favorable al proyecto alemán en 6,87%; o bien, estimando hasta Paipote, la tal diferencia disminuiría en unos 23 km y reduciría a 4,64% la proporción favorable al mismo proyecto alemán. Estas cifras se refieren a la explotación definitiva de los dos trazados y están cargados a la cuenta belga los 97.589,30 m del ramal existente de Los Vilos a Illapel, que utilizan éstos.

La diferencia de las proyecciones horizontales de ambos trayectos estudiados (belga 563.856,73 y alemán 576.047,66 m) es igual a 12.190,93 m, o bien, 2,17% más favorable a los primeros, y la de contragradientes (belgas 5.594,94 y alemanes 5.158,93) alcanza a 436,01, o bien a 8,45% en pro de los últimos. El menor largo de los belgas debe atribuirse al empleo de la cremallera en La Grupa, llano de Pajonales, llano de Aris, valle del Huasco, portezuelo del Llano Seco y portezuelo de Las Cruces.

En cuanto a la capacidad de acarreo, en uno y otro proyecto, está enteramente subordinada a las diferentes porciones donde se emplea la rampa de 30‰ o las que se le aproximan, y como se ha indicado más arriba, ella se reduce al transporte de algo como el doble del peso adherente de la locomotora empleada, con velocidad de unos 17 o 18 km por hora.

No se ocultará al señor Inspector General que tal máximo podrá llegar a ser insuficiente en un ferrocarril de la categoría y las condiciones del Longitudinal, no tanto en su rol comercial del momento, ni aun en su desarrollo paulatino, cuanto en los requerimientos forzados que puedan surgir en cualquier instante y cuya no satisfacción resulte irreparable.

En este sentido, el principio de capacidad indefinida de esta línea es requisito que coexiste con los sacrificios del Estado por su construcción, aunque es evidente que tan amplia condición no puede cumplirse de otra manera que por la electrificación del sistema.

Por esto y por otros detalles importantes, anexos a la explotación, nos permitimos insinuar al señor Inspector General que los estudios de este ferrocarril deben considerarse incompletos sin un dictamen sobre su funcionamiento por la vía eléctrica, problema cuyo análisis está subordinado a las características de los trayectos; pero que, faltos de autorización, nos abstenemos de abordar.

Saludan a Ud.

A. KNUDSEN - E. JIMÉNEZ G.

Según se ha manifestado anteriormente, mientras se presentaban interesados a construir el Longitudinal con arreglos a los términos de ley, el supremo gobierno inició los trabajos por administración en la sección Cabildo-San Marcos que encierra los cuatro grandes túneles maestros del proyecto. Estos trabajos se han llevado a cabo previo un estacado definitivo de las variantes más convenientes, bajo la dirección mediata de la Oficina de Obras Públicas e inmediata del ingeniero don Eduardo Barriga que explica su actuación en la forma que sigue:

MONOGRAFÍA DEL *FERROCARRIL LONGITUDINAL*,
EN LA SECCIÓN DE CABILDO A SAN MARCOS

La sección del ferrocarril en construcción entre Cabildo y San Marcos forma parte del *Ferrocarril Longitudinal*, que ha de recorrer todo el país desde Puerto Montt hasta el extremo norte de la república.

El *Ferrocarril Longitudinal* está dividido en dos zonas bien marcadas, la del norte, que llega hasta La Calera, y la del sur, que se extiende desde este punto hasta Puerto Montt. La primera recorre la parte más montañosa del país, mientras que la segunda se extiende en la parte plana y más populosa. De aquí ha resultado lógicamente, como veremos más adelante, que la primera zona ha sido proyectada para trocha de un metro, mientras que en la segunda se tiene la trocha normal del Estado de Chile, de un metro sesenta y ocho.

Tanto por las mayores facilidades de ejecución, como por la mayor utilidad inmediata que ha resultado de la sección sur del *Ferrocarril Longitudinal*, los poderes públicos han prestado siempre mayor atención sobre esta sección que sobre la del norte. Por esto, la primera se encuentra casi totalmente ejecutada, faltando tan sólo

el tramo austral de Osorno a Puerto Montt, de 126 kilómetros de longitud, que se encuentra en actual ejecución, y que será entregado bien pronto al tráfico.

Por el contrario, las dificultades de ejecución, y la poca utilidad inmediata que se viera en los primeros tiempos para la sección del norte, han venido retardando aún la concepción de la posibilidad comercial de ésta, de tal modo que los primeros estudios preliminares datan del año 1883 solamente, y las primeras decisiones de 1888.

En 1888 se procedió al estacado definitivo de las secciones de Ovalle a San Marcos, de Illapel a Limáhuída, y de Cabildo a La Calera, cuya longitud asciende en conjunto a ciento sesenta kilómetros, esos trozos eran los más importantes en la parte comprendida entre La Serena y La Calera, y al mismo tiempo los que quedaban anexos a otras líneas férreas de propiedad particular o fiscal. De esta manera, se aseguraba la regularización de los transportes hasta los puertos de Coquimbo, Tongoy, Los Vilos y Valparaíso, de las regiones que mayor progreso habían alcanzado hasta la fecha, gracias principalmente a los ferrocarriles ya existentes.

Diversas circunstancias retardaron la ejecución de los tres trozos mencionados, y aun hoy día no están del todo terminados. Pero, dado el estado actual de los trabajos que allí se emprenden, puede decirse que para la época del centenario de la Independencia el tráfico quedará establecido en forma regular en ellos.

Para la unión del ferrocarril del centro y sur del país con La Serena quedaba por resolver el problema de unir los dos trozos de San Marcos a Illapel, y de Limáhuída a Cabildo, sobre los cuales se habían hecho numerosos estudios. Trátándose de obras de un costo elevado en proporción a los beneficios inmediatos, los diversos estudios hechos tenían siempre como norma principal la de disminuir el costo de ejecución, a cambio naturalmente de mayores dificultades y gastos de explotación. Ya en 1896 y en 1897 el ingeniero señor Enrique Vergara Montt propuso como base para la solución del problema la adopción de la cremallera, que en zona montañosa disminuía el costo de construcción en más del 40%. Pero esta solución, la única que venía a armonizar los distintos factores del problema, no fue definitivamente adoptada hasta 1906, y sirvió de base a los estudios practicados por los sindicatos extranjeros, uno belga y el otro alemán.

Sobre la base de estos estudios se inició en octubre de 1908 el estado y la ejecución de cuatro túneles principales, túneles que eran los mayores obstáculos para la rápida ejecución del resto del Longitudinal entre Cabildo y San Marcos. Numerosas dificultades, principalmente la falta de caminos, la poca capacidad de los medios de transporte, y la escasez de forraje debida a la sequía del año y de la estación, impidieron iniciar pronto la perforación de esos túneles, y puede darse como un promedio de fecha inicial de su ejecución el 1º de abril de 1909.

La longitudinal total de los cuatro túneles asciende a 4.561 metros, de los cuales hay perforados en galería de avance 1.950 metros, o sea, el 43%¹ del total. Casi la totalidad de la perforación se ha hecho a mano, con un avance medio de un metro por frente. Recientemente se inicia la perforación mecánica en tres de

¹ Hoy día esa proporción es mucho mayor, pues la perforación mecánica se ha regularizado.

esos túneles, y muy pronto seguirá el cuarto. Se han instalado para ello motores de parafina de 50 HP de la fábrica Fairbanks Morse, de los cuales los dos túneles más cortos poseen una unidad y dos los más largos. Éstos están colocados en una central por cada túnel, produciendo una corriente eléctrica a 440 voltios, la que se transmite a los dos extremos de la perforación, donde accionan dos o tres perforadoras electroneumáticas Temple-Ingresoll para las galerías de avance.

El primero de estos túneles que se terminará será el de La Grupa, en septiembre de 1910, con lo que se podría entregar al tráfico una sección corta, pero muy importante del *Ferrocarril Longitudinal*. El más largo de todos, el de El Espino, quedará terminado en abril de 1911.

Se calcula en \$1.400 moneda corriente el precio del metro corrido completamente terminado, incluyendo las amortizaciones del caso, como promedio para todos los túneles y para los diversos perfiles y profundidades.

Junto con los trabajos de ejecución de estos cuatro túneles, los ingenieros han hecho diversos estudios o variantes del trazado primitivo, con los cuales se han conseguido disminuir en un 18% la entidad de las obras del ferrocarril entre Cabildo y San Marcos en agosto de 1911, pero ya en septiembre de 1910 se podrá obtener un mediano tráfico provisorio en la mitad de su longitud.

Las obras que se ejecutan tienen como principal objetivo organizar las diversas faenas en toda la longitud de la línea, y adelantar aquellas obras que, por su mayor demora, son el mayor obstáculo para el rápido término del total. Esas obras se distribuyen entre cerca de cuarenta contratistas, según precios generales convenidos de antemano pero sólo se contratan mensualmente, a medida de las necesidades, de manera que esos contratos pueden finiquitarse en breve plazo y en cualquier momento. Se ha conseguido así una acción más directa y eficaz, y una más rápida sanción del control de la administración sobre los contratistas.

Aún cuando falta mucho para determinar con precisión las cantidades de obras por ejecutar, se puede estimar que el costo de la sección de Cabildo a San Marcos ascenderá a \$28.000.000 moneda corriente. Los gastos probables de la inspección técnica serán de \$650.000, y los de expropiaciones poco inferiores a \$500.000.

Características técnicas

Trocha

Como se ha dicho más arriba, la trocha es de un metro. La adopción de la trocha normal del Estado, 1,68 m, habría aumentado el precio de costo a más del doble, debido principalmente a la necesidad de colocar túneles de cumbre muy largos, y numerosos túneles pequeños en los desarrollos.

Vía

La vía principal tiene una longitud casi exacta de cien kilómetros en cada una de las dos secciones consideradas: de Cabildo a Limáhuida, y de Illapel a San

Marcos. La longitud de los desvíos en las estaciones asciende aproximadamente a 7.500 metros. El tipo de riel usado es de 25,5 kg por metro sin sillas. La longitud normal de las barras es de 10,00 m, con rieles cortos de 9,915 m y de 9,870 m, correspondiente este último al riel interior de la curva de 80 m de radio.

Las eclisas cantoneras tienen una longitud de 0,63 m, de un peso cada una de 8,417 kg, y van unidas a cada riel por tres pernos. Las escarpas son de 0,160 kg de peso cada una, y se colocan de a dos o tres en cada apoyo sobre cada durmiente, según sea en recta o en curva.

Se usan 1.500 durmientes de 1,80 x 0,20 x 0,125 m, por kilómetro de vía, quedando los durmientes de juntura (al aire) a 0,46 m, los de contra-juntura a 0,57 y los demás a 0,70 m de espaciamiento.

Estaciones

En la sección de San Marcos a Illapel las estaciones son: San Marcos, Cogotí, Mostaza, Combarbalá, Pama, Espino, Matancilla, Arenal, Illapel.

Y en la sección Limáhuida a Cabildo: Limáhuida, Socabón, Las Astas, Caimanes, Cristales, Tilama, Quelén, Las Palmas, Pedegua, Cabildo.

Las estaciones denominadas: La Mostaza, Socabón, Cristales y Quelén, son de creación futura, cuando lo exijan las necesidades del tráfico; por el momento se dejan allí los terrenos, niveles y demás disposiciones del caso.

Curvas y gradientes

El radio mínimo para las curvas ha sido fijado en 80 m para las secciones de la línea en adherencia, y en 140 m para las secciones en cremallera. Las gradientes máximas correspondientes son de 25 y de 60 por mil.

Entre curvas de sentido inversos se ha dejado un espacio recto de 50 m.

Obras de mayor importancia

Túneles

Además de los cuatro túneles grandes ya enumerados, cuyo largo total asciende a 4.561 metros, hay otros cuatro pequeños, con un largo acumulado de 835 m. El precio medio de los primeros es de \$1.400 moneda corriente por metro, y el de los segundos es de \$1.200. El alto precio relativo de los túneles pequeños depende principalmente del revestimiento total que ellos necesitan. En los túneles grandes cerca del 40% de la longitud total será probablemente sin revestimiento.

Puentes

Los puentes mayores de 10 m de luz total son 21, con luces variables de 15 a 300 metros, y con tramos variables de 15 a 30 metros. Su longitud total asciende a 1.315 metros.

El precio probable de estos puentes varía entre \$600 y \$1.400 oro chileno de 18d, ascendiendo el total \$1.500.000 aproximadamente.

En febrero de 1910 quedará terminado el más largo de todos, el puente del Ligua, de 300 metros de longitud, el que, por su cercanía a Cabildo (punto de empalme con la línea en actual explotación) es el más necesario y, al propio tiempo, el más fácil de ejecutar.

Cremallera

Por el perfil general que se acompaña, se pueden apreciar las dificultades que hay que vencer en estos trozos del *Ferrocarril Longitudinal*. Hay que atravesar cinco grandes cadenas de montañas en: El Espino, Las Astas, Los Cristales, Las Palmas y La Grupa, cuya ascensión total acumulada en el sentido sur a norte es de 2.392 m. Estas grandes elevaciones y las dificultades del desarrollo consiguiente, por una parte, y la pequeña entidad relativa del tráfico probable, por otra, han conducido a adoptar la trocha de un metro, y la cremallera. En ésta se ha limitado la gradiente a 6% con curvas de radio mínimo de 140 m, que resulta en el terreno atravesado más económico que la gradiente de 8%, con radios congruentes de 200 m.

La longitud total de las secciones de cremallera, con gradientes comprendidas entre 4 y 6%, asciende a 56 kilómetros aproximadamente. Se traza de reducir el trozo de mayor longitud a 5.000 metros.

Aún no está decidido el sistema de cremallera por usar. Parece probable que sea el Strub, sobre los durmientes normales de madera. Con ello se consigue cierta economía sobre el Abt y los durmientes metálicos, y además mayor facilidad y sencillez para dar un ensanche razonado en las curvas de radio variable y reducido.

*Comparación general de los estudios alemán y chileno
del ferrocarril longitudinal entre Cabildo y San Marcos*

A) Diferencias en el costo de construcción:

a) A favor del proyecto alemán:

500.000 m ³	de cortes en tierra, etc., a	\$ 1,80	\$ 900.000
6.000 m	de vía, fosos, lastre, cierro, telégrafo, etc.,	26,00	\$ 156.000
	Total		\$ 1.056.000

b) A favor del proyecto chileno:

610.000 m ³	de cortes en roca	5,00	\$ 3.050.000
55.000 m ³	de albañilerías en alcantarillas y muros, etc.	43,00	\$ 2.365.000
12.000 m ³	de albañilerías en puentes y viaductos	45,00	\$ 540.000
1.200 tons.	de acero para puentes y viaductos	600,00	\$ 720.000
220 m	de túneles (se ha cortado el más grande de 2.100 a 1.470 m)	1.300,00	\$ 286.000
	Varias modificaciones de más detalle		\$ 195.000
	Suma		\$ 7.156.000
	Deduciendo la economía del proyecto alemán, de		\$ 1.056.000
	Resulta en definitiva a favor del proyecto chileno		\$ 6.100.000

B) Diferencias de explotación:

Todas las ventajas se han obtenido a favor del proyecto chileno, excepto cortas contragradientes en la sección de Pama a San Marcos. Si se considera que el movimiento principal del tráfico será hacia los puertos, el túnel de El Espino marcará una línea de separación entre el tráfico que se dirige hacia Coquimbo, por el norte, y hacia Los Vilos por el sur. En tal caso el tráfico de la sección de Pama a San Marcos será el menos intenso del Longitudinal, y las contragradientes no afectarán en mucho al costo de explotación.

En cambio, en toda la sección de Cabildo a Limáhuida, y en la parte de Illapel al túnel de El Espino, se ha rebajado en el proyecto chileno la gradiente de 3% empleada con profusión en el alemán, a la de 2,5%, y se ha disminuido el 80% de las curvas de 80 metros de radio empleadas en este último. Además, se han colocado las aguadas en líneas rectas o de gran curvatura, y en nivel o gradientes máximas de 0,4%, y se han acortado los grandes trozos de cremallera empleados en el proyecto alemán.

Por otra parte, en la sección de Pama a San Marcos se ha ubicado la línea en el proyecto chileno fuera de los márgenes del río Huatulame, donde la línea estaba no sólo expuesta a las creces del río, sino también en situación tal que no era accesible casi por ningún punto. Esta dificultad para la construcción habría aumentado el tiempo de ejecución en cerca de un año, y el cambio hecho permite la fácil recolección de los productos de Combarbalá y Cogotí.

EDUARDO BARRIGA
INGENIERO JEFE

FERROCARRIL EN CONSTRUCCIÓN
PALOMA A SAN MARCOS

Dentro del trayecto que separa Cabildo de Copiapó se halla en la región de Ovalle una pequeña sección del *Longitudinal* no incluida propiamente en el contrato de Howard Syndicate, sino a cargo de contratistas particulares cuyas operaciones se han sucedido en diversas épocas en esa sección. Es el ferrocarril cuyo nombre encabeza adjudicado hoy al contratista don Enrique Abbott y cuya inspección técnica fiscal está a cargo del ingeniero jefe don Pablo Moriamez, cuya exposición sigue:

Reseña general

La inspección técnica actual está presidida por el infraescrito.

El contratista es el señor Enrique Abbott.

1º *Zona a que servirá:* desde la estación de La Paloma kilómetro 23 hasta el kilómetro 47,100, estero de La Coipa, hay 24 kilómetros situados en el departamento de Ovalle provincia de Coquimbo.

Desde el kilómetro 47,100 hasta la estación de San Marcos, kilómetro 64,940, hay 17,840 kilómetros situados en el departamento de Combarbalá, provincia de Coquimbo.

La línea de Paloma a San Marcos, con un total de 41,600 kilómetros, hace parte del *Ferrocarril Longitudinal*, es estratégica y servirá para transportar la mayor parte de producción de 20 y 30 kilómetros a la redonda: cereales, metales, frutos abundantes; además los canales nuevos de El Palqui y de Camarico, terminados este año, y el de quebrada Seca, el año pasado, riegan aproximadamente 15.000 hectáreas. Otro canal, Ossa, en construcción, que alimentará 7.000 hectáreas y el otro en proyecto de la Chimba, permiten cifrar un porvenir halagüeño para Ovalle, centro de la red de ferrocarriles, cuya estación es el término de los trenes que llegan a Coquimbo, Tongoy y de Paloma y puede esperarse la construcción de otras dos líneas estudiadas, de Ovalle a Punitaqui y de Paloma a Juntas.

2° *El personal que hizo los estudios* era presidido por el ingeniero jefe don Carlos del Campo.

3° *Fecha en que se inició la construcción*: después de la paralización en 1890, reanudándose los trabajos el 15 de abril de 1905 hasta septiembre de 1907 y nuevamente en enero de 1909.

4° *Forma en que se han hecho los trabajos*: por contrato general y se sigue haciendo por contrato general.

5° *Naturaleza del contrato*: a precio alzado.

6° *Nombre de los contratistas sucesivos*:

1° North and South American Construction C°, 1889 a 1890.

2° Enrique Varela Munizaga, 1905 a 1907.

3° Enrique Abbott, 1909 hasta la fecha.

7° *Características del contrato*:

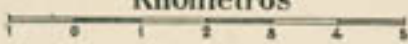
<i>Monto</i>	<i>Moneda corriente</i>	<i>Oro 18d</i>
Trabajos ejecutados antes de 1905	—	—
Contrato Enrique Varela Munizaga	\$ 415.674,77	\$ 362.726,66
Contrato Enrique Abbott	\$ 1.194.401,62	
Demás trabajos contratados y en ejecución	\$ 59.083,12	\$ 155.833,70
SUMAS TOTALES	\$ 1.669.159,51	\$ 518.560,36

El plazo del contrato de Abbott es de 24 meses, iniciado en enero de 1909.

8° *Breve reseña histórica de la construcción*: trabajos iniciados desde Ovalle hacia San Marcos en 1889 por la North and South American Construction Company; a cargo del fisco en 1890, sólo se trabajó en la parte que separa Ovalle de Paloma kilómetro 23, la que se entregó para su explotación a los ferrocarriles de Coquimbo en 1906. La parte que separa La Paloma de San Marcos, kilómetro 41,600, quedó paralizada durante 15 años, desde 1890 hasta 1905. Entonces, a precio alzado se adjudicó al señor Enrique Varela Munizaga, la prosecución para el término de la línea, y los trabajos empezaron el 15 de abril de 1905; siguieron hasta septiembre

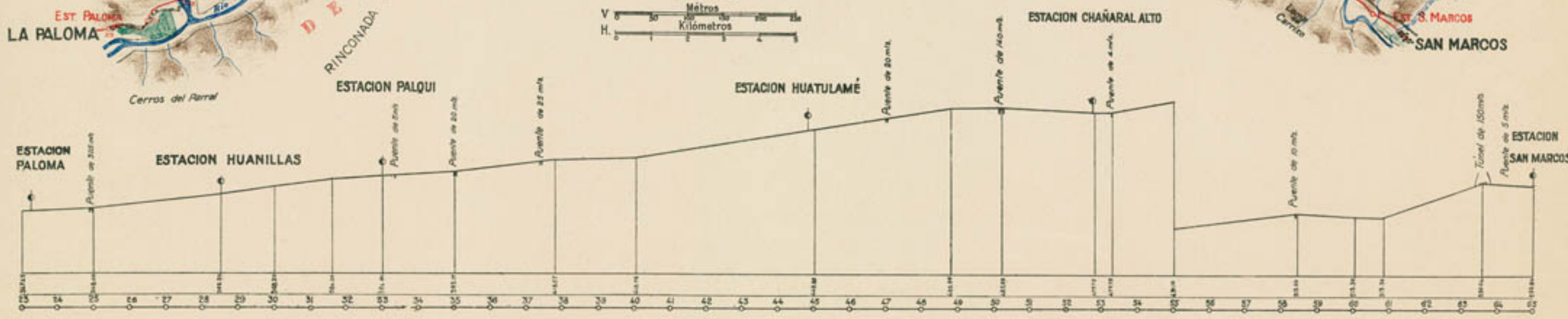
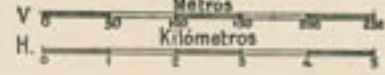
FERROCARRIL LONGITUDINAL DE PALOMA A SAN MARCOS

Kilómetros



PERFIL LONGITUDINAL

Escalas
Metros
Kilómetros



de 1907 e inconclusa la línea, se rescindió el contrato en 1908. Nuevamente empezados los trabajos, con un contrato a precio alzado a favor del señor Enrique Abbott, en enero del presente año. La marcha actual permite esperar un completo término a fines de 1910.

9° *Costo del ferrocarril desde 1905 hasta el término:*

	<i>Moneda corriente</i>	<i>Oro 18d</i>
Valor de obra	\$ 1.669.159,51	\$ 1.012.775,29
Inspección técnica gastos generales y policía	\$ 219.970,30	
Expropiaciones	\$ 18.997,15	
TOTALES	\$ 1.908.127,17	\$ 1.012.775,29

Características técnicas y obras de mayor importancia

1° *Trocha* de un metro.

2° *Longitud:* vía principal, 41,600 kilómetros, más 1,800 kilómetros en desvíos, estaciones y paraderos.

El tipo de riel usado es de acero de 25,00 kg por metro lineal, de fabricación alemana.

Número de durmientes por kilómetro: 1.500.

3° *Número y nombre de las estaciones y paraderos:*

Huanilla	kilómetro	28,000	Paradero
El Palqui	kilómetro	32,000	Estación
Huatulame	kilómetro	45,000	Estación
Chañaral Alto	kilómetro	53,000	Estación
San Marcos	kilómetro	65,000	Estación

4° *Curvas y pendientes. Límites máximos:*

Una gradiente de 2,05% en 800 metros.

Dos gradientes de 2,00% en 100 metros.

5° *Distancia mínima entre curvas de distinto sentido:* una sola de 15,70 metros (kilómetro 30.01365 a 30.02935) entre dos curvas de 150 y 400 de poco desarrollo, terreno abrupto y duro.

6° *Longitud en rectas y curvas:*

En recta	13.981,48	metros
En curvas	27.598,52	metros

7° *Longitud total de los niveles:*

15.453 metros.

8° *Obras de mayor importancia, todas definitivas:*

Puente sobre el río Grande, 300 metros, tramos de 30 metros.

Puente sobre el estero de Cárcamo, 140 metros de ídem.

Túnel de San Marcos de 150 metros.

Nueve puentes metálicos de 10 a 25 metros, entre los cuales se cuenta el viaducto de Coipa, kilómetro 47,100, más 130 alcantarillas y puentecitos de 100 desagües.

La albañilería en cimientos es de concreto 1:3:6; en excavación y elevación es de piedra con mezcla de cemento de 1:3. La ferretería es de acero fabricada en Alemania.

PABLO MORIAMEZ,
INGENIERO JEFE

FERROCARRIL EN CONSTRUCCIÓN DE RAYADO A LOS VILOS DE LA RUTA LONGITUDINAL POR LA COSTA

Antecedentes

La construcción del ferrocarril de Rayado a Los Vilos tiene su origen en la obra del Longitudinal, cuyos estudios fueron motivos de especial preferencia por parte del gobierno.

Los importantes factores que tenían que considerarse en la elección de uno de los dos trazados, el de la costa o el del interior, que debía adoptarse para unir los valles de Ligua y Choapa, dio lugar a desacuerdo de opiniones, y como consecuencia, el supremo gobierno nombró el 30 de noviembre de 1901, una comisión compuesta de los distinguidos ingenieros señores Domingo V. Santa María, Abelardo Pizarro y Jorge S. Lyon, quienes debían informar sobre el mejor trazado para la prolongación del ferrocarril de Calera al norte. Esta comisión, después de estudiar detenidamente los documentos suministrados por la Dirección de Obras Públicas y recoger personalmente datos en el terreno, evacuó su informe el 22 de diciembre de 1902, arribando a la conclusión siguiente:

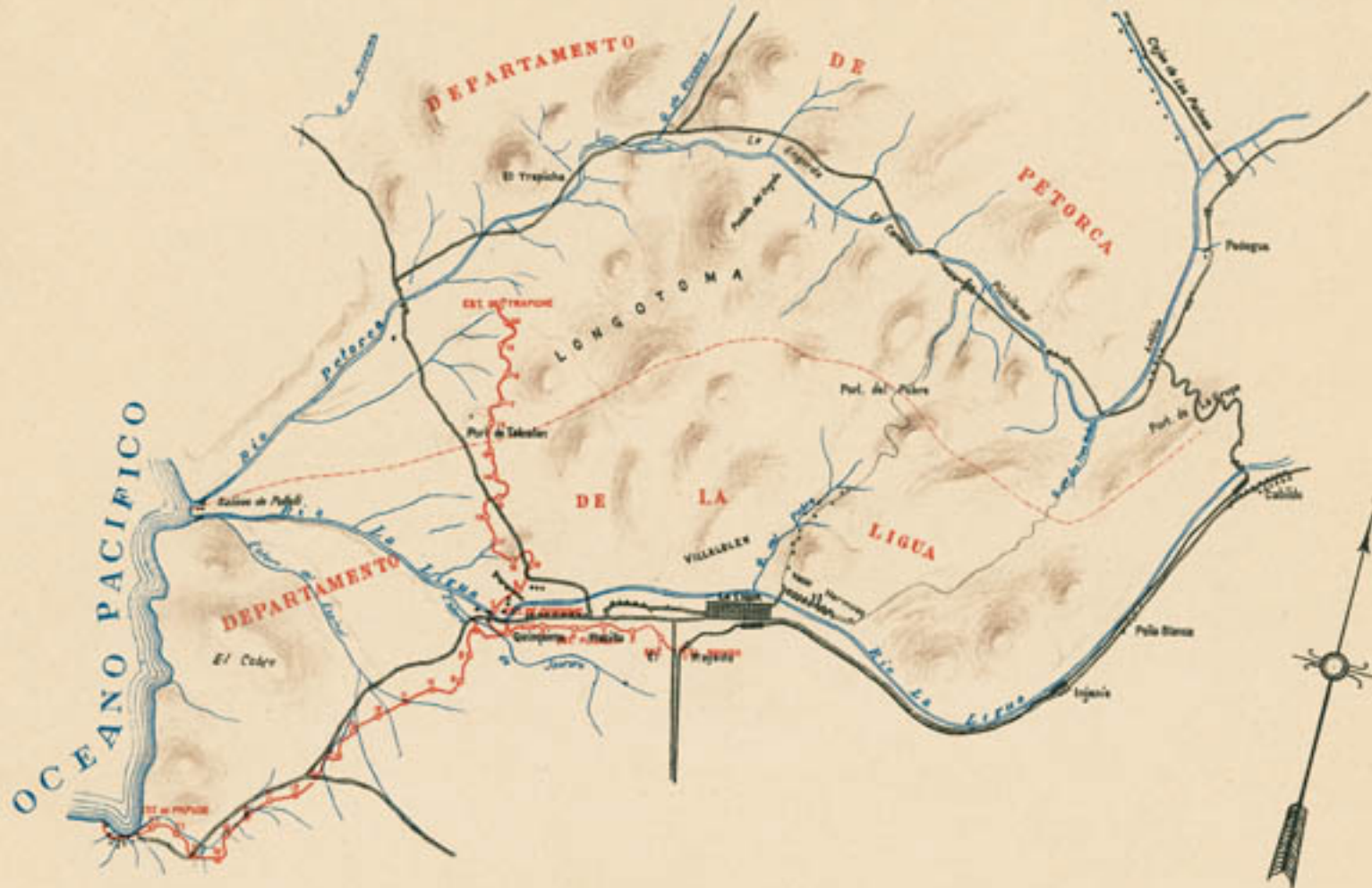
“La mejor solución del problema científica y comercialmente hablando, era el trazado llamado de costa”.

En virtud de este informe, se procedió a practicar los estudios de esta parte del Longitudinal, bajo las siguientes bases:

- a) Aceptar la sección Rayado a Quínquimo del ferrocarril de Rayado a Papudo, cuyos estudios definitivos habían sido practicados por el ingeniero don Eduardo Barriga.
- b) Aceptar la sección Quínquimo Trapiche en conformidad con el anteproyecto estudiado por el ingeniero señor E. Jiménez.

FERROCARRIL DE RAYADO A PAPUDO Y QUINQUIMO A TRAPICHE

Kilómetros



PERFIL LONGITUDINAL

Escalas

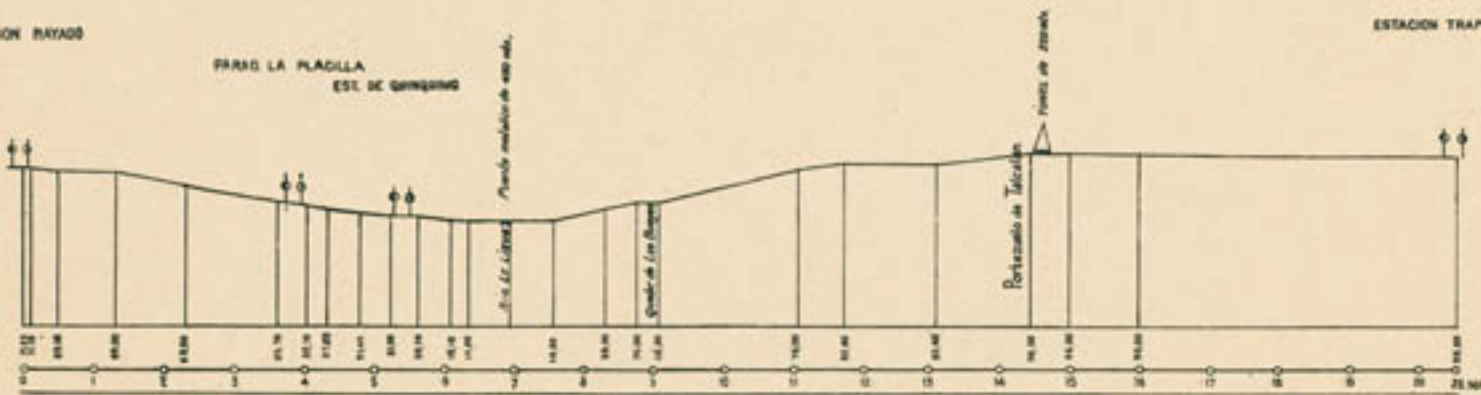
Metros

Kilómetros

ESTACION RAYADO

PARAD LA PLADILLA
EST. DE QUINQUIMO

ESTACION TRAPICHE



Escalas

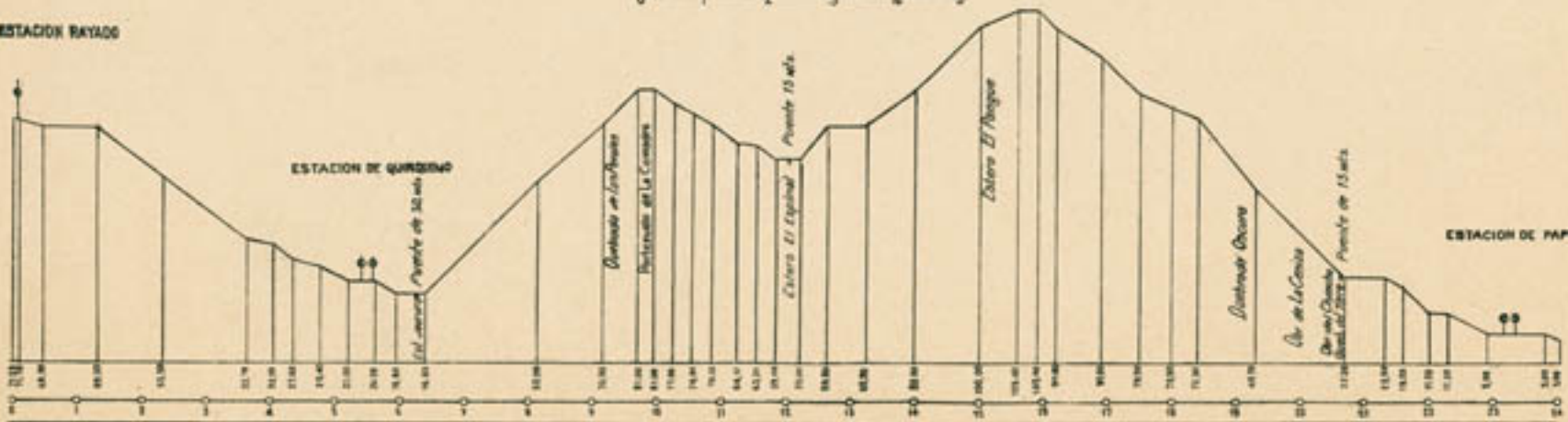
Metros

Kilómetros

ESTACION RAYADO

ESTACION DE QUINQUIMO

ESTACION DE PAPUDO



c) Proceder a los estudios de la sección Trapiche-Quilimarí-Vilos. Trabajos que fueros después ejecutados por los señores Jiménez y Pulido.

De acuerdo con estas bases, el año 1905 la Dirección General comisionó al ingeniero señor Jiménez para practicar los estudios definitivos de la sección Quínquimo-Trapiche. Durante los meses de abril y mayo se dio término a los trabajos en el terreno y el 15 de noviembre se hacía entrega a la Dirección General del proyecto terminado en sus menores detalles y cuya precisión, apreciada en la marcha de la construcción, ha dado lugar a mucha facilidad en la ejecución de las obras y ha permitido que un reducido personal pueda atender la buena marcha de los trabajos.

El presupuesto oficial ascendió a la suma de \$798.563,06 moneda corriente y \$383.680 oro de 18 d.

Pedidas las propuestas públicas se aceptó, según decreto número 1.510 del 11 de junio de 1906, la propuesta presentada por el Sindicato de Obras Públicas por el valor de \$898.900 moneda corriente y \$420.500 oro de 18 d, o sea, con un aumento sobre el presupuesto oficial de 12,56% y 9,59%, respectivamente.

La crisis económica de 1906, agravada con la catástrofe del 16 de agosto, trajo como consecuencia un aumento considerable tanto en los artículos de consumo como en el jornal de los trabajadores, lo que puede estimarse como una de las causas que no permitió a la Sociedad hacer frente a sus compromisos, solicitando rescisión del contrato el año 1907.

Según decreto supremo número 689 del 24 de marzo de 1908, se da por terminado este contrato, se aprueban las bases de liquidación formadas por la Dirección General y se autoriza la continuación de los trabajos por administración.

En este largo tiempo que la marcha de la construcción estuvo a cargo del contratista, los trabajos ejecutados fueron insignificantes, pues sólo representaron el 11,5% del total.

En la actualidad, están próximos a su término todas las obras que se refieren a la infraestructura de la vía y para el avance de la enrielladura, ejecutada hasta el kilómetro 6,750, sólo se espera dar término a la armadura del puente Ligua, cuyo contrato vence el 1 de enero próximo.

Trazado

Arranca de Rayado con rumbo al Oriente, hasta la estación de Quínquimo, sección de 5.700 metros que corresponden a un trazado común con el ferrocarril a Papudo. En el kilómetro 6,600 vuelve al norte con una curva de 125 metros de radio para salvar el río Ligua con un puente de 150 metros y seguir con el mismo rumbo hasta el kilómetro 20,540, situado aproximadamente a 6 km al sur del río Petorca, punto de término a que quedó reducida la construcción de la línea en conformidad con lo acordado con la superioridad.

Las inflecciones principales del perfil longitudinal son las siguientes:

<i>Nombres</i>	<i>Kilometraje</i>	<i>Cotas</i>	<i>Diferencia</i>
Rayado	0,000	71.23	
Puente Ligua	6,800	14.60	-56.63
Talcalán	14,700	96.00	+81.40
Término	20,500	95.00	-1.00

Como se ve, la diferencia de niveles entre los puntos extremos es de 23,77 metros, existiendo una suma de contragradientes igual a 81,40.

La gradiente máxima es de 2% con una longitud total de 2.580 metros divididos en dos trozos que distan 900 metros entre sí, estas rampas están comprendidas entre los kilómetros 7,600 y 11,200 y son impuestas para salvar en condiciones favorables el portezuelo de Talcalán, depresión del cordón de serranías que se para los valles de Ligua y Petorca. La longitud total de los niveles es de 8.561,25 metros.

El trazado tiene 52 curvas de las cuales 19 tienen radio de 100 metros. La menor distancia entre curvas de distinto sentido es de 60,10 metros.

La longitud de la línea se descompone como sigue:

Rectas	12.986 metros
Curvas	7.513 metros
Desarrollo total	20.500

La proporción de las curvas sobre el desarrollo es de 36,6%.

Infraestructura

La plataforma de la línea tiene en los cortes un ancho de 5,90 metros y chaflanes con talud de 1/1 y de 4/5, este último talud solamente se ha adoptado en dos cortes cuyas tierras contienen greda en una proporción mayor de 60%. En los terraplenes la plataforma es de 4,60 en los seis primeros kilómetros y de 4,40 en los restantes, con un talud 3/2.

La clasificación de las tierras es la siguiente:

Tierra vegetal	7,6%
Ídem gredosa y ripio	5,8%
Greda	31,5%
Maicillo y aglomerado blando	38,8%
Aglomerado duro	16,3%

Se han consultado para el escurrimiento de las aguas 80 obras de arte, clasificadas como sigue:

43 alcantarillas abovedadas de	m	0,60 a	5 m luz
33 puentecitos abiertos de	m	0,50 a	2 m luz
3 sifones con diámetro de	m	0,80 a	1,1 m luz

Como obras más importantes figuran el túnel de Talcalán de 260 metros de largo y el puente Ligua de tres tramos independientes y de 150 metros de longitud.

El túnel de Talcalán está ubicado entre los kilómetros 14,560 y 14,820 a una cota de 96 metros sobre el mar. Para la perforación se siguió el sistema de galería de avance con sección de 2 por 2 metros. El ensanche y estrozo y el revestimiento se ejecutaron simultáneamente, y por la boca sur a causa de existir solamente a este lado los materiales de construcción y la facilidad de depositar los desmontes.

El revestimiento, hecho con albañilería de piedra, es de 0,50 metros para la bóveda y arranque de los muros; estos últimos, por el talud de 0,05 por metro, llegan a su base de fundación con un espesor de 0,65 metros.

La bóveda es una curva compuesta de tres arcos de círculo y su diámetro a la altura de los muros es 4,20 metros; la altura entre el nivel del riel y la llave de la bóveda es de 4,50 metros.

Esta obra, terminada en agosto del presente año, representa un costo total de \$103.480, o sea, por metro corrido un valor de \$398.

El puente sobre el Ligua se ha ubicado en el kilómetro 6,750, parte en que el río lleva una dirección marcada de oriente a poniente y cuya caja de 160 metros de ancho se encuentra limitada por dos barrancos; la cota de su lecho varía entre 7,80 metros y 8,70 sobre el nivel del mar, del cual dista 10 kilómetros; el nivel de aguas máximas constatado en las grandes creces es de 12,64 metros; la pendiente sobre mil metros, distribuidos a uno y otro lado del puente, es de 1 por mil.

El proyecto definitivo para los machones y estribos, fundados sobre pilotaje, fue confeccionado en vista de 4 sondajes practicados en los puntos señalados para la ubicación. Todos estos sondajes, que se llevaron a una profundidad de 13 a 16 metros, acusan una composición análoga para el subsuelo y dieron lugar a la siguiente clasificación:

- 1º Una capa de arena alterada con ripio hasta la cota 3,30 metros, o sea, con espesor medio de 4,95.
- 2º Una capa de arena arcillosa hasta la cota 2,10, o sea, de un espesor de 1,20.
- 3º Una capa de arena fina de 2,10 metros de espesor.
- 4º Desde la cota 0 hasta la -7, que limitó los sondajes, aparece nuevamente la arena arcillosa.

Llevadas las excavaciones a las cotas 2,14 y 2,54 para los machones sur y norte respectivamente, y a 3,74 y 3,38 para los estribos norte y sur, se procedió a la hincadura de 44 pilotes de roble con sección de 0,25/0,25 para el estribo norte y 40 de 0,20/0,20 para cada machón, obteniéndose como ficha media para los primeros, 3,33 metros y para los machones la de 5,78 metros. El rechazo fue limitado a 0,04 metros por andanada de diez golpes, trabajando la maza de 850 kilos con una carrera de 2,40 metros. El estribo sur fue fundado directamente por haberse encontrado, en conformidad con el sondaje, un conglomerado muy duro y que permitió ejecutar la fundación en las mejores condiciones.

Entre las obras ejecutadas pueden anotarse las cantidades siguientes:

Metros cúbicos de excavaciones en seco	1.030
Metros cúbicos de excavaciones con agotamiento	1.409
Metros cúbicos de albañilería en fund. y elevación	1.431
Metros lineales hincadura de pilotes	597
Metros cúbicos de relleno de piedra en las huelgas de las excavaciones	342

El costo total de la infraestructura de este puente asciende a \$118.400

Superestructura

La trocha de la línea es de 1 metro. El riel es de 25,5 kg por metro lineal y de 10 metros de largo para las rectas, para las curvas se dispone de las longitudes 9,915 y 9,87.

Los durmientes son de roble pellín y de 1,80 por 0,125 y 0,20 distribuidos en la proporción de 15 durmientes por collera de 10 metros.

La armadura del puente Ligua, contratada por don Roberto Torretti, fue iniciada el 1 de septiembre último y debe ser terminada, en conformidad con el contrato, en plazo de 4 meses.

Las características principales de este puente, son las siguientes:

a) Ubicado entre kilómetros	6.754,55 y 6.907,75
b) Vía inferior.	
c) Altura máxima del riel sobre el lecho del río	8,36 m
d) Altura del riel sobre el nivel de aguas máximas	2,36 m
e) El número de tramos	3 m
f) Luz teórica entre ejes de rótula	50 m
g) Luz entre albañilería a nivel de las piedras de asiento	48,40m
h) Largo de los paños	3,12 m
i) Distancia entre los ejes de viga	4,00 m
j) Altura de las vigas	5,66 m
k) Material de la viga: acero laminado	
l) Material de estribos y machones: concreto	
m) Peso del tramo, 128.432 toneladas.	

Estaciones y paraderos

Esta línea estará servida por dos estaciones, que corresponden a sus puntos extremos, o sea, Quínquimo y Trapiche. La estación de Trapiche queda ubicada provisionalmente en el kilómetro 20,300, para esto se han tenido en cuenta las probabilidades de que más tarde se prolongue este ferrocarril hasta Pedegua, kilómetro 58, empalmado en este punto con el *Ferrocarril Longitudinal*. Esta solución daría lugar a un ferrocarril transversal de fácil explotación y que prestaría importantes servicios a los valles que atraviesa y muy especialmente al del río de Petorca en su total longitud.

Expropiaciones

Por no estar aún terminados los trámites sobre expropiaciones, no es posible precisar el costo; pero, en vista de la clase de terrenos que atraviesa la línea, puede estimarse que no excederá de \$25.000. Este retardo en tramitar las expropiaciones ha dado lugar a dificultades con los propietarios, paralizando la marcha de los trabajos y postergando, por lo tanto, la fecha de término de la construcción.

Costo de la construcción

En vista del estado avanzado de los trabajos, se ha podido apreciar con alguna exactitud que el costo de la línea totalmente terminada asciende por kilómetro a \$72.000.

En este presupuesto influyen principalmente las obras de arte y de movimiento de tierras, cuyo promedio por kilómetro da las siguientes cantidades:

Metros cúbicos de cortes, por kilómetro	14.578
Metros cúbicos de albañilería en fundación, elevación y bóveda por kilómetro	385

La fecha calculada para dar término a los trabajos: a mediados de 1910.

Los gastos de inspección técnica desde la iniciación de los trabajos hasta la fecha, ascienden a \$115.321,26.

Este valor está formado por el sueldo del personal, gastos de policía y gastos generales de inspección técnica.

MANUEL PULIDO I.
INGENIERO JEFE

PROLONGACIÓN AL SUR DEL LONGITUDINAL DE TROCHA ANCHA,
EN CONSTRUCCIÓN DE OSORNO A PUERTO MONTT,
SOBRE EL GOLFO DE RELONCAVÍ

Reseña general histórica

El ferrocarril de Osorno a Puerto Montt se extiende entre los paralelos 40°32'27", latitud de Osorno, 41°30'20", latitud de Puerto Montt.

Arranca desde la ciudad de Osorno siguiendo la ribera derecha del río Rahue que corre en ese trayecto de suroeste a noroeste. En el kilómetro 7 atraviesa dicho río y bordea las riberas del río Negro cuyo curso va de norte a sur hasta atravesarlo en el kilómetro 28, donde toma el nombre de Forrahue. Durante unos seis kilómetros la línea sigue la margen izquierda del Forrahue para tomar casi directamente al sur hasta el kilómetro 50. Desde este punto se inclina al sureste recorriendo las

llanadas del Burro y del Ñadi hasta el kilómetro 70, donde se inclina al suroeste y después bordea el costado oeste del lago Llanquihue para llegar a Puerto Varas, kilómetro 94. Sigue otra vez al suroeste hasta el kilómetro 112, donde empieza un largo desarrollo, primero al este y después al oeste, faldeando los cerros de la Chamiza para llegar a Puerto Montt por el oriente.

Desde el kilómetro 0 a 30, la línea sube 25 m 50 en gradiente suave y más o menos uniforme. Desde el kilómetro 30 al 45 sigue subiendo con una gradiente más fuerte, ganando en ese trayecto una altura de 77 metros sobre la cota de kilómetro 30. Con una sola contrapendiente importante, entre el kilómetro 45 y el kilómetro 50, llega al kilómetro 77 con igual cota a la del kilómetro 45. En ese trayecto se encuentra el punto más alto de la línea, en la cota de 149 metros sobre el nivel del mar. Desde este punto empieza a bajar hasta el nivel del lago Llanquihue, kilómetro 90, haciendo un descenso de 92 metros en 13 kilómetros. Desde la estación de Llanquihue sube en gradiente suave a la estación de Puerto Varas ganando 18 metros en un trayecto de 8 kilómetros. Desde Puerto Varas, asciende en fuerte gradiente hasta alcanzar el alto del Mirador en el kilómetro 100, venciendo un desnivel de 55 metros en una distancia de 7 kilómetros. Baja después suavemente hasta el alto de la Paloma, distante 11 kilómetros del Mirador, mediando entre ambos puntos una diferencia de nivel de 14 metros. Desde el alto de La Paloma baja en fuerte pendiente hacia Puerto Montt, haciendo un desnivel de 100 metros en 13 kilómetros de desarrollo.

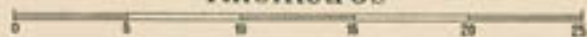
La línea de Osorno a Puerto Montt, que es el término del *Ferrocarril Longitudinal* por el sur, atraviesa los feraces suelos que se extienden entre Osorno y Río Pescado, los cuales son reputados como los más fértiles de la república. Desde Río Pescado en adelante la línea atraviesa llanadas improductivas por ahora, pero que tienen acceso a los campos de Río Frío, al poniente de Frutillar, cuyos suelos se equiparan a los de Río Negro. La estación de Llanquihue ubicada en el kilómetro 85, al nivel del lago del mismo nombre, está destinada a recoger los productos de los campos riberaños del lago Llanquihue. El último trozo de la línea que va de Puerto Varas a Puerto Montt atraviesa terreno de calidad mediocre, pero sus estaciones de Puerto Varas y Arrayán recibirán las producciones de los campos de Chamiza y Nueva Braun por el este, y Quemadas del Salto por el oeste.

Los estudios del anteproyecto del ferrocarril fueron ejecutados directamente por el Estado. Terminó esta operación el ingeniero don Alejandro Guzmán y posteriormente completó los estudios del reestacado el ingeniero don Rafael Jofré. Animado el Estado del propósito de construir cuanto antes esta importante línea, solicitó del Congreso Nacional la autorización necesaria para contratar la construcción del ferrocarril por licitación pública y sobre la base del anteproyecto.

A fines de 1906, el Congreso Nacional autorizó al Presidente de la República para contratar el ferrocarril de Osorno a Puerto Montt por licitación pública y a precio alzado hasta por doce millones de pesos oro de 18 peniques. Un mes después de promulgada la ley, el gobierno pedía propuestas públicas para la construcción de la línea sobre las bases formuladas por la Dirección de Obras Públicas. Cinco meses más tarde, el 12 de junio de 1907, el gobierno aceptó la propuesta

FERROCARRIL DE OSORNO A PUERTO MONTT

Kilómetros

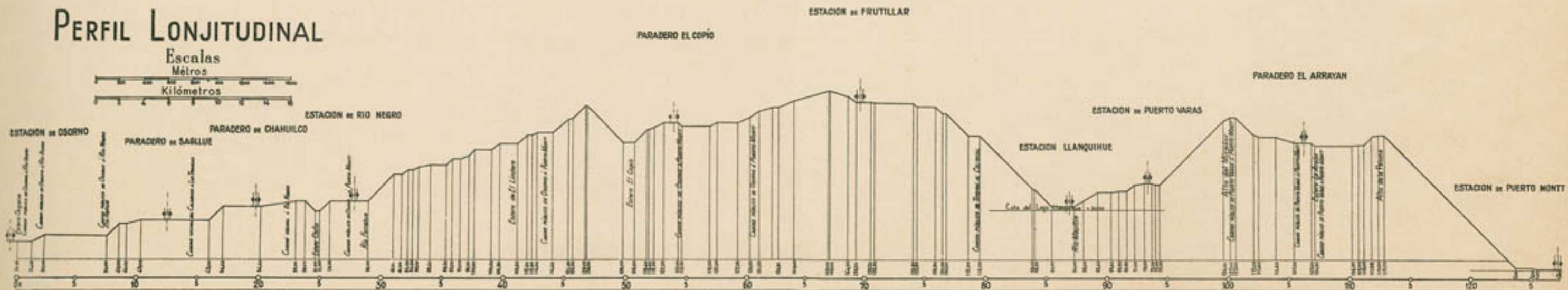


PERFIL LONGITUDINAL

Escala

Metros

Kilómetros



de don Pedro A. Roesselot para llevar a cabo la construcción del ferrocarril por la cantidad alzada de \$11.086.460,18 oro de 18 d en el plazo de 5 años a contar desde esa fecha.

Se iniciaron los trabajos el 26 de septiembre de 1907, y el 30 de noviembre de 1909 había obras ejecutadas por un valor de \$5.503.800 oro de 18 d. El monto total del avalúo de las expropiaciones alcanza a \$471.800 moneda corriente. Lo invertido en inspección fiscal hasta el 30 de noviembre de 1909, suma la cantidad de \$180.000 moneda corriente.

El ferrocarril terminado importará:

Construcción	\$	11.086.460,18	oro de 18 d
Inspección fiscal	\$	360.000	moneda corriente
Expropiaciones	\$	471.800	moneda corriente

Características técnicas y obras de mayor importancia

El ferrocarril de Osorno a Puerto Montt es la continuación de la red central y su trocha es, por lo tanto, nuestra trocha normal de 1,676.

La línea mide un largo de 125,880 kilómetros en su vía principal, y 15,500 kilómetros en desvíos de estaciones, lo que da una longitud total de 141,380 kilómetros de vía.

El riel usado en la red central es del tipo Viñola y el mismo tipo se ha empleado en el ferrocarril de Osorno a Puerto Montt; su peso es de 38,5 kg por metro y su sección es la que se indica en el diseño. El riel va apoyado en cada durmiente con interposición de placas o sillas de asiento, y asegurado con dos escarpas exteriores y una interior, alternándose esta disposición de durmiente en durmiente. La línea de Osorno a Puerto Montt ha sido clasificada como línea de mediana circulación, a la que corresponde la cantidad de 1.250 durmientes por kilómetro, distribuidos como sigue:

	<i>Metros</i>
Distancia de los durmientes de juntura	0,490
Distancia de los durmientes de contra juntura	0,715
Distancia de los durmientes intermedios	0,840

Además de las sillas de asiento la vía llevará sillas de detención cuyo objetivo es evitar el deslizamiento longitudinal de los rieles. La distribución de las sillas de asiento es función de la pendiente y del radio de las curvas.

Entre Osorno y Puerto Montt había cinco estaciones y seis paraderos, ubicados como sigue:

<i>Nombre</i>	<i>Ubicación de aguadas en km</i>	<i>Distancias parciales en km</i>	<i>Kilometraje desde Osorno</i>	<i>Kilometraje desde Puerto Montt</i>	<i>Kilometraje desde Santiago</i>	<i>Clasificación</i>	<i>Costo en \$ de 18 d</i>	<i>Observaciones</i>
Osorno	0	12,900		125,880	955,000	Estación		Existente
Sagllúe		5,500	12,900	112,980	967,900	Paradero	45.850,00	
Chahuilco		9,400	18,400	107,480	974,400	Paradero	45.850,00	
Río Negro	0	14,500	27,800	98,080	982,800	Estación	70.683,33	
Purranque		11,500	42,300	83,580	997,300	Paradero	45.850,00	
Copio	0	14,300	53,800	72,080	1.008,800	Paradero	52.468,00	
Frutillar		17,380	68,100	57,780	1.023,100	Paradero	45.850,00	
Llanquihue	0	7,700	85,480	40,400	1.040,480	Estación	95.922,00	Con 1 muelle en el lago
Puerto Varas	0	12,800	93,180	32,700	1.048,180	Estación	70.683,33	
Arrayán		19,900	105,980	19,900	1.060,980	Paradero	45.850,00	
Puerto Montt	0		125,880		1.079,980	Estación	893.312,00	Con 1 malecón marino

La curva límite aceptada en plena vía es de 300 metros de radio y la pendiente máxima de 1½%. La distancia mínima entre curvas de sentido inverso es de 100 metros y la recta más larga entre curva y curva mide 12.511,67 metros. Hay en la línea las siguientes curvas con los desarrollos que se expresan:

76	curvas de	300	metros de radio con un desarrollo de	18.304,84	metros
11	curvas de	400	metros de radio con un desarrollo de	3.194,22	metros
7	curvas de	500	metros de radio con un desarrollo de	2.004,16	metros
11	curvas de	600	metros de radio con un desarrollo de	2.847,28	metros
16	curvas de	1000	metros de radio con un desarrollo de	4.050,53	metros
4	curvas de	2000	metros de radio con un desarrollo de	1.240,34	metros

Lo que da un total de 125 curvas con un desarrollo de 31.641,37 metros, quedando por consiguiente para las rectas una longitud total de 94.328,63 metros.

Comparando estos datos con la longitud total de la línea se ve que en promedio hay una curva por kilómetro, y que el desarrollo o longitud total de curvas de los distintos radios representan respecto a la longitud total de 125.880,00 metros los siguientes porcentajes:

Curvas de	300 metros de radio el	14,5 %
Curvas de	400 metros de radio el	2,5 %
Curvas de	500 metros de radio el	1,6 %
Curvas de	600 metros de radio el	2,3 %
Curvas de	1.000 metros de radio el	3,2 %
Curvas de	2.000 metros de radio el	1 %

Y en total la proporción de las curvas es el 25% sobre longitud de la línea.

Hay 60 trozos a nivel que en total miden un largo de 48 kilómetros, número que representa el 38,2% sobre longitud de la línea.

Todas las obras del ferrocarril son de carácter definitivo.

El movimiento de tierras es de 2.127.800 metros cúbicos de cortes y 2.356.000 metros cúbicos de terraplenes, e importarán la suma de 2.900.000 pesos oro de 18 d.

Todas las albañilerías de las obras de arte del ferrocarril son de concreto de hormigón.

Para el saneamiento de la vía se han previsto 160 alcantarillas o puentes menores en los cuales se emplearán 30.000 metros cúbicos de concreto e importarán un millón de pesos oro chileno.

Se han consultado 18 puentes mayores cuyas características principales y costo se indican a continuación:

<i>Nombre</i>	<i>Kilómetro</i>	<i>Luz total</i>	<i>Número de tramo</i>	<i>Valor total del puente</i>	<i>Costo por metro lineal del puente en pesos oro de 18 d</i>	<i>Obras</i>
Ovejerías	0,200	45	3	60.728,26	1.349,52	
Rahue	7,400	160	4	244.544,79	1.528,40	Los machones son tubos de 2,5 m. de diámetro hincados por aire comprimido
Sagllúe	15,800	60	3	134.315,73	2.238,59	Viaducto pilas metálicas
Zarca	20,100	80	4	242.188,67	3.027,36	Ídem pilas metálicas mayor altura 30 m sobre fondo
Chifin	24,900	160	8	297.122,63	1.857,02	
Forrahue	28,800	30	1	42.407,51	1.413,58	
Lindero	40,810	10	1	33.560,41	3.356,04	
Planchado	43,910	10	1	25.331,13	2.533,11	
Dollinco	46,660	10	1	29.146,62	2.914,66	
Copío	50,540	30	1	115.593,53	3.853,12	
Pescado	54,840	20	1	72.230,36	3.611,51	
Martínez	56,280	10	1	17.703,04	1.770,30	
La Huacha	56,750	15	1	29.146,72	1.943,11	
Burro Grande	60,100	40	2	75.715,44	1.892,89	
Maullín	86,100	80	2	225.597,50	2.819,97	Fundaciones neumáticas
Río Negro	105,460	15	1	20.648,46	1.376,56	
Arena N° 2	106,860	20	1	48.929,35	2.446,47	
Arena N° 1	108,240	10	1	18.225,16	1.822,52	
		805		1.733.135,31		

De aquí se deduce para el metro lineal de puente un costo medio de \$2.152,96 oro de 18 d.

La estación de término del ferrocarril es la de Puerto Montt.

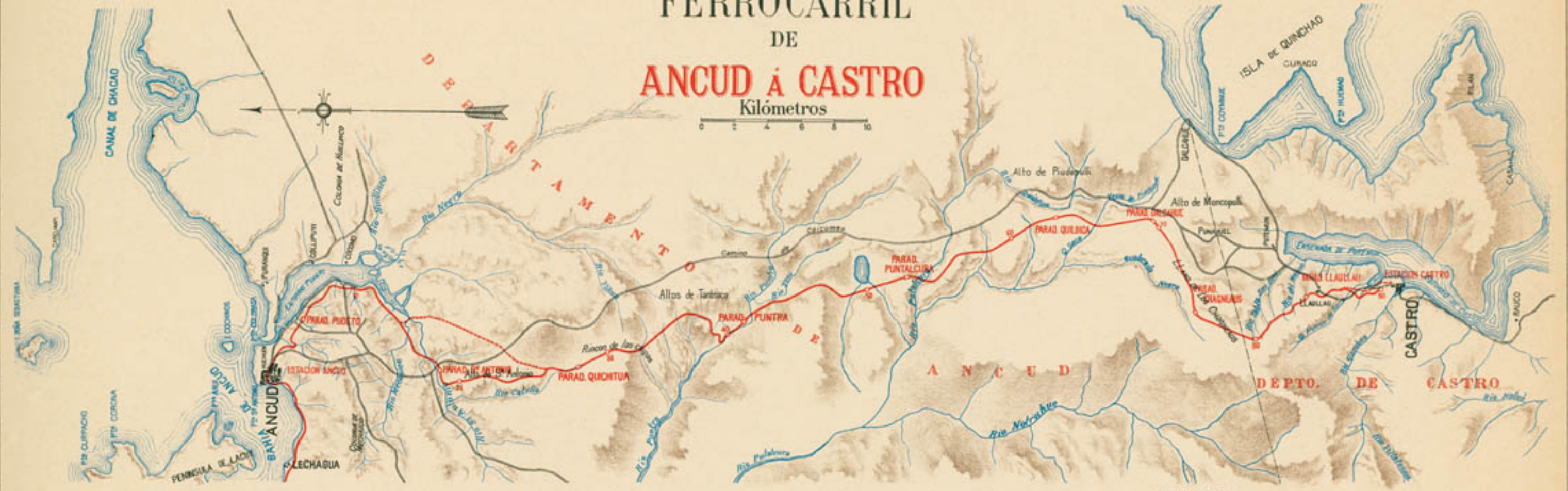
Dadas las condiciones topográficas del puerto no existía espacio en donde ubicar las vías, edificios y demás instalaciones de la estación; por esto fue necesario ganar al mar el terreno necesario. Persiguiendo este propósito se consultó la construcción de un malecón de 1.100 metros de largo, que constituye la obra más importante del ferrocarril. Tendrá un cubo de 20.000 metros cúbicos de hormigón de cemento y encerrará un espacio de unas cinco hectáreas que se ganarán al mar. Las mareas tienen una gran amplitud en el golfo de Reloncaví, alcanzado a 7,80 m, diferencia de nivel entre la más baja y la más alta marea de aguas vivas. Estas condiciones excepcionales han permitido la construcción de la obra al aire libre, aprovechando las bajas mareas que dejan en seco el terreno en donde se construye el muro.

El malecón y sus anexos importarán la cantidad de \$742.500 oro de 18 peniques.

FILIDOR FERNÁNDEZ
INGENIERO JEFE

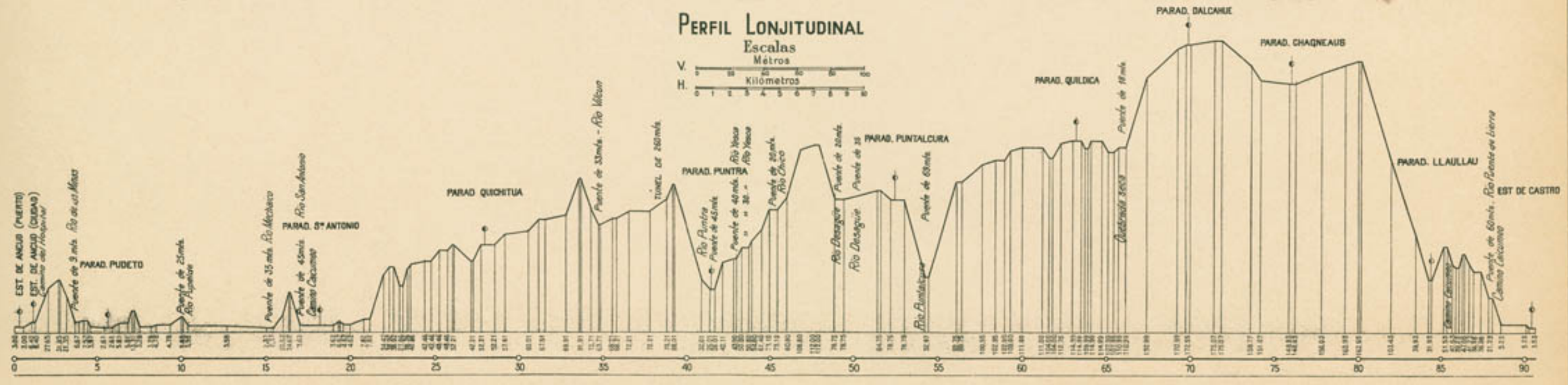
FERROCARRIL DE ANCUD A CASTRO

Kilómetros



PERFIL LONGITUDINAL

Escala
Metros
Kilómetros



CAPÍTULO II

RAMALES EN CONSTRUCCIÓN

Las líneas transversales sea que lleven dirección a la cordillera andina o que vayan en demanda de la costa, arrancan generalmente de un punto del proyectado *Ferrocarril Longitudinal*, excepto naturalmente las ubicadas en los archipiélagos australes, de las cuales el único representante es hoy el ferrocarril de Ancud a Castro, el cual por extensión bien pudiera calificarse también como parte discontinua de aquel sistema.

Procederemos en la enumeración de sur a norte.

ANCUA A CASTRO

El 16 de abril de 1889 se lanzó por primera vez al público, desde las columnas de la *Cruz del Sur* de Ancud, en un artículo escrito por don Carlos E. Miller, la idea de que un ferrocarril en Chiloé traería como consecuencia sacar de la estagnación, el dormido y apático movimiento industrial y comercial de la provincia.

Esta idea se abrió paso poco a poco, fue tomada en consideración en el Congreso y secundada allí por los congresales de la provincia y en forma decisiva por el actual Presidente de la República.

El primer proyecto de ley que consulta fondos para estudios fue presentado por el senador de Llanquihue don Ramón R. Rozas el 1 de agosto de 1899, proyecto que no fue aprobado por economías; y en 1900 el diputado Ignacio García obtuvo \$20.000,00, con los cuales mandó a hacer reconocimientos al ingeniero Dischler y un nivelador, reconocimientos que no se hicieron regresando al norte dicha comisión.

Más tarde el mismo señor diputado García en campaña con el señor diputado Guillermo Pereira consiguieron del Congreso \$ 35.000,00 con los que se contrató el anteproyecto hecho por los ingenieros don Jorge Heuisler y Carlos Briceño en el año 1905.

El estudio definitivo fue encomendado al sindicato belga por un precio de 1.350 pesos ^m/_c el kilómetro, o sea, 130.545 pesos ^s/_c para 96,100 km; estudio que fue entregado en el año 1908 y que sirvió para pedir propuestas públicas.

El puerto de Ancud, punto de arranque de la línea y capital de la provincia de Chiloé, se encuentra ubicado al norte de la isla del mismo nombre, a los 41°48' de latitud sur y 75°50' de longitud oeste de Greenwich, de aquí aquella atraviesa la isla para llegar al puerto de Castro al suroeste de la isla, a los 42°29' de latitud sur y 75°45' de longitud.

La línea corre en general de norte a sur y en toda su extensión se hace por lomajes suaves subiendo en Dalcahue a 175 metros para bajar hasta su término.

De Ancud sale un ramal que atraviesa la población y que siendo la prolongación de la línea llega hasta Lechagua, ramal que se desarrolla a orillas de la costa en la misma bahía de Ancud. Ese será el lugar que servirá de embarque y desembarque futuro, por ofrecer mejor fondeadero bajo todo punto de vista.

La zona que servirá este ferrocarril es la de la Isla, aunque no existen actualmente poblaciones ni centros intermedios que den una idea del futuro desarrollo de dichas regiones.

Los trabajos se iniciaron en marzo del presente año, contratados por una empresa cuyo representante es el ingeniero Eleazar Lazaeta, por una suma alzada de \$20.950.000,00; por el establecimiento de la vía, puentes, estaciones y paraderos con sus servicios respectivos, un malecón en Castro para la ubicación de la estación con dos muelles de 45 metros y un muelle en Lechagua.

El plazo estipulado es de tres años, de los que van transcurridos nueve meses.

Hasta la fecha la construcción se reduce a movimientos de tierra y pocas obras de arte de albañilería.

El espíritu dominante en la empresa para las diversas construcciones es de trabajos directos de pequeños contratos.

Los gastos de la inspección hasta la fecha son de \$60.044,00 moneda corriente.

Trocha 0,60 metros.

Longitud eje 96.700,00 metros.

Longitud desvíos 5.750,00 metros.

Tipo de riel Vignole de kilos 15,15 por metro y de 8 metros de largo.

El número de durmientes por kilómetro es de 1.625.

El número de estaciones es de doce.

El radio mínimo en la línea es de 50 metros.

La pendiente máxima es de 3,5%.

Distancia mínima entre curvas de distinto sentido 13,60 metros.

Longitud total en rectas 80.490,00 metros.

Longitud total en curvas 16.210,00 metros.

Longitud entre dos niveles 80,00 metros.

Las obras de mayor importancia aún no se ejecutan, ellas serán el malecón y muelles de Castro, el muelle de Lechagua y varios viaductos de madera de tramos de 11,50 con alturas de 16,00 metros.

El perfil y plano de la línea variará entre los kilómetros 30 y 70, porque actualmente se estudian variantes.

ALEJANDRO MORENO
INGENIERO JEFE

PÚA A CURACAUTÍN

I. Reseña histórica

Zona de atracción

Desde el año 1887, fecha en que el fisco comenzó a disponer por medio de la subasta pública y la colonización de los terrenos que poseía al oriente de los pueblos de Victoria y Lautaro, que hoy forman parte de los departamentos de Mariluán y Llaima; empezó en esta zona a desarrollarse de una manera asombrosa la agricultura, ganadería e industrias, especialmente la maderera.

Año tras año la enajenación de terrenos fiscales avanzaba más hacia el oriente y los particulares adquirían hijuelas que transformaban luego en fundos productivos, rozando y explotando las montañas, sacando canales de regadío y en general dándoles vida próspera, guiados por los halagos del trabajo remunerador.

En 1890 el gobierno comenzó a proporcionar a esta zona medios de comunicación y previendo su importancia futura, ordenó empezar los trabajos de un ancho camino carretero entre el pueblo de Victoria y el valle de Lonquimay. Este camino, que desgraciadamente hasta la fecha no se ha terminado, pues quedan por hacer los últimos siete kilómetros, ha sido la arteria principal de esta región y constituido un recurso inapreciable; pronto se le vio cubierto de carretas y de ganado, que demostraban bien claro la actividad desplegada por sus vecinos, los capitales invertidos por ellos y la riqueza del suelo con sus productos.

El extraordinario progreso de esta zona trajo como consecuencia natural la fundación del pueblo de Curacautín en agosto de 1893 y cuatro años después el de Villa Portales o Lonquimay, que han servido de centro para facilitar su desarrollo y prosperidad. El primero de estos pueblos tuvo un rápido crecimiento, su comercio luego satisfizo las necesidades de la región y tomó proporciones considerables, su porvenir parecía asegurarse y se empezó a pensar en un ferrocarril que lo uniera a la línea central poniéndolo en comunicación con los centros comerciales y de consumo del país. Esta idea atrajo una corriente de nuevos pobladores y dio por sí sola un impulso considerable a la industria y agricultura de la región que en el futuro podría servir al ferrocarril.

Terminado el *Ferrocarril Central* hasta Temuco en el año 1895 y entregado a la explotación, las estaciones de Victoria, Púa, Perquenco y Lautaro, se vieron pronto atestadas de carga, de la que su mayor parte procedía de la zona ya aludida.

La prosperidad de los terrenos convertidos en fundos productivos, el inmenso tráfico por los caminos públicos, de carretas y de ganados y el gran acumulamiento

de carga en las estaciones nombradas eran, entre otras, pruebas evidentes de que esta región necesitaba un ferrocarril para asegurar su prosperidad y que viniera en ayuda del esfuerzo desplegado por sus dueños y pobladores.

Primeras ideas sobre el ferrocarril

Impuesta por sí sola la conveniencia de un ferrocarril, en 1894 el gobierno se hizo cargo de la necesidad de ordenar los estudios en uno que uniera a Curacautín con un punto de la línea central.

El trayecto que recorrería el trazado no presentaba dificultades para un ferrocarril de trocha 1,68 m y existía con muy buenos fundamentos, la expectativa de poder más tarde continuarlo con esa misma trocha y de simple adherencia hasta el paso de Pino-Hachado en el límite con la República de Argentina, lugar que de antemano había sido elegido como término del ferrocarril en el territorio de Neuquén.

En efecto, de Curacautín hacia el oriente hasta dicho paso, no se encuentran dificultades serias para un ferrocarril. La cordillera de Lonquimay, que podría presentarlas, ofrece más de un paso relativamente fácil por terrenos blandos formados de arena y tierra. Salvada esta cordillera en buenas condiciones, el trazado seguirá por terrenos más o menos planos, en partes por valles y en otras por sobre los faldeos suaves de las colinas que los limitan. Casi en todo su trayecto este ferrocarril contaría con elementos de construcción inmediatos como, por ejemplo, arena, cascajo o ripio, agua, leña y pastos excelentes para los animales de trabajo.

Este ferrocarril sin duda sería el trasandino de trocha 1,68 m más fácil y tal vez el más provechoso para el país. Atravesaría en toda su extensión, parte chilena, terrenos de cultivo, de crianza y montañas que dan maderas muy apropiadas para construcciones.

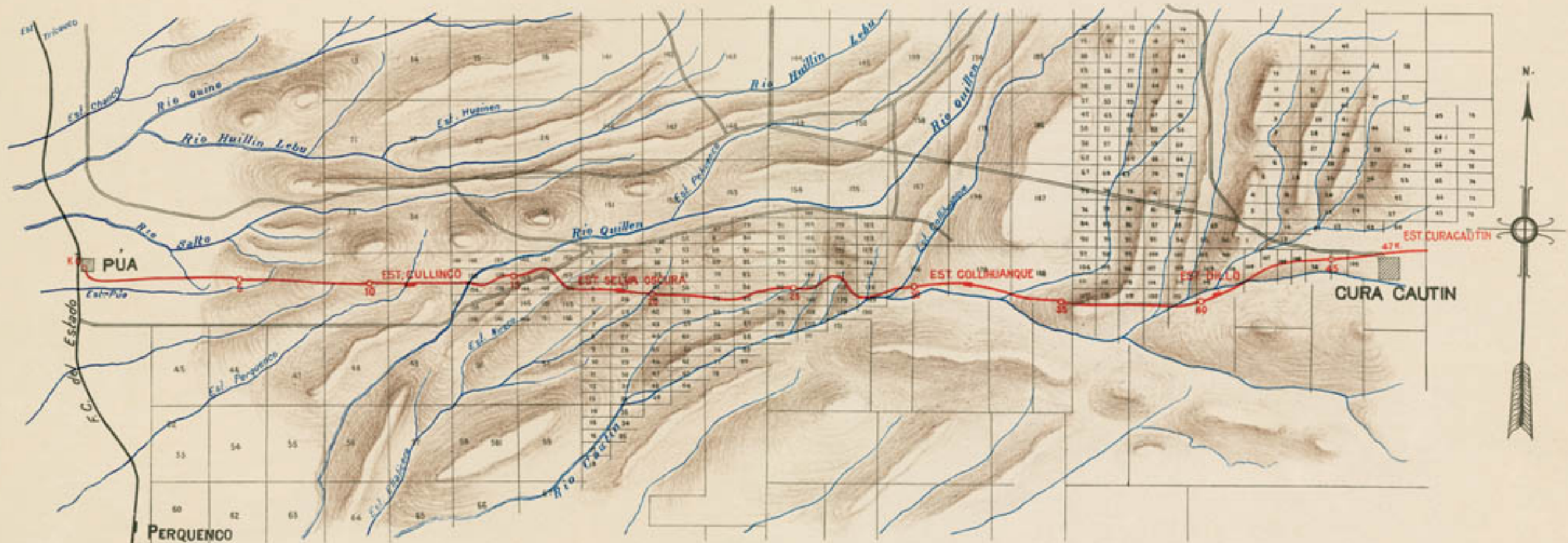
Desde el ferrocarril central hasta 25 kilómetros al oriente de Curacautín, los suelos son aptos para siembras, pastos y alternadamente se encuentran cubiertos de montañas o exentos de ellas. Siguiendo hacia el oriente la formación del suelo cambia súbitamente, presentándose muy especial para pastos; la montaña se hace menos tupida hasta llegar a la cordillera de Lonquimay, la cual, en su inmensa mayoría, la forman los pinos que producen el fruto llamado piñón. En los faldeos orientes de esta cordillera concluye por completo la montaña y siguen terrenos con excelentes pastos que crecen en los valles y aun en las lomas y cerros. La capa vegetal contiene una conveniente proporción de arena que, con la permeabilidad del suelo que está formado de cascajo, lo hacen inmejorable para la producción de la alfalfa cuyo crecimiento permite darle en el año dos cortes.

El ferrocarril recorrería los valles en que se deslizan los ríos Lonquimay y Bío-Bío, formados por terrenos que tienen las bondades de los recién mencionados. Estos valles y parte de los lomajes vecinos se dividieron en hijuelas y fueron entregados a chilenos en calidad de colonos.

Es así como ya se ha dicho, que el ferrocarril en toda la parte chilena recorrería terrenos productivos, vendría a ayudar y a facilitar los esfuerzos de los que han dado vida y prosperidad a esta zona, cuyo porvenir escapa a toda previsión y su progreso puede sintetizarse con las palabras: lluvias y ferrocarriles.

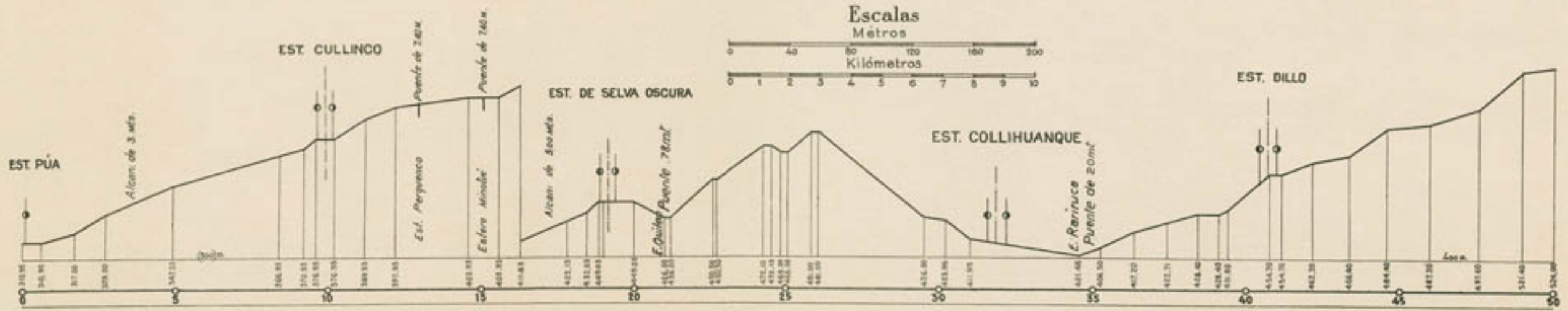
FERROCARRIL DE PUA A CURACAUTIN

Kilómetros
0 1 2 3 4 5



PERFIL LONGITUDINAL

EST. CURACAUTIN



Primeros estudios

En 1894 el gobierno ordenó hacer los estudios contratados por una suma alzada con el ingeniero don Santiago Sotomayor, que se obligó a hacer un anteproyecto entre la línea central y el pueblo de Curacautín.

Las estaciones de Victoria, Púa y Perquenco se indicaban entre las cuales debería elegirse una como punto de partida, se daban razones en pro y en contra de cada una que dificultaban la elección.

En el verano de 1894 a 1895 el ingeniero señor Sotomayor, en cumplimiento del contrato expresado más arriba, hizo los estudios de un anteproyecto partiendo de la estación de Perquenco. Terminados esos estudios transcurrieron cinco años sin que se tomara resolución alguna, hasta que en 1900 el gobierno nombró una comisión de ingenieros, dependiente de la Dirección de Obras Públicas, para que hiciera los estudios de este mismo ferrocarril, pero ya no partiendo de la estación de Perquenco sino de la de Púa.

Como jefe de la comisión fue nombrado el ingeniero don Manuel Rojas N., bajo cuyas órdenes se practicaron los estudios dándoseles término en el mes de noviembre de 1903.

Tenía el trazado una longitud de 46,968 kilómetros, un movimiento de tierras entre cortes y terraplenes de 1.934.564,45 metros cúbicos; el radio mínimo de las curvas de 300 metros; las gradientes y contragradientes un máximo de 2%.

El presupuesto formado en aquella época fue de \$2.370.171,21 moneda de 18 peniques, que dado el alza que han tenido posteriormente los jornales y materiales de construcción en el país, ascendería en la actualidad aproximadamente a \$3.000.000 de igual moneda. Terminados estos estudios, no le fue posible al fisco emprender la construcción del ferrocarril a causa de las perturbaciones que se hacían sentir en las relaciones exteriores de la nación.

Estudios definitivos

Despejadas esas perturbaciones el gobierno pensó seriamente en la construcción de esta obra; al efecto S.E. el presidente don Germán Riesco, siendo ministro de Industria y Obras Públicas don Anfión Muñoz, hizo consultar en el presupuesto de 1905, fondos para empezar los trabajos y se nombró una comisión de ingenieros, designándose jefe de ella al infraescrito.

Al hacerse cargo esta comisión de los planos que anteriormente se habían confeccionado, sólo encontró una parte de ellos, la otra se había perdido; en el terreno pasaba algo peor, pues el estacado había desaparecido en toda su extensión y las fajas hechas en la montaña se habían cubierto de monte. En presencia de esto y abrigando la esperanza de que con nuevos estudios se podría probablemente conseguir un trazado que mejorara algunas partes de difícil construcción y de fuertes gradientes, y que propendiera a disminuir el costo total del ferrocarril, la Dirección de Obras Públicas ordenó a la comisión recién nombrada que hiciera, a la brevedad posible, los estudios de una sección a fin de tener los planos y presupuesto para dar principio a su construcción en el mismo año, o sea, en 1905, y de continuar los estudios definitivos hasta Curacautín.

En cumplimiento de estas instrucciones, la comisión presidida por el ingeniero jefe don Oscar Parodi hizo los estudios definitivos con los cuales se construyeron los primeros 20,100 kilómetros de este ferrocarril y posteriormente el resto hasta Curacautín.

El trazado arranca a 95,40 metros del primitivo extremo sur de la estación de Púa, punto donde empalma con el ferrocarril central por medio de una curva de 320 metros de radio, dirigiéndose Enseguida en línea recta casi directamente hacia el oriente hasta el kilómetro 12,03145, donde comienza una curva que desvía el trazado al norte, desviación que es aumentada por otra curva hasta el kilómetro 16,84830; desde este punto sigue avanzando al oriente hasta el kilómetro 20,850 en que atraviesa el estero Quillem. Pasado este estero, el trazado se desarrolla por los faldeos del lado sur en dirección general de oriente a poniente, para en el kilómetro 22,200 girar hacia el sureste hasta el kilómetro 26,300. Desde ahí el terreno se presenta mucho más accidentado hasta el kilómetro 33,000 y el trazado sigue una dirección oriente aproximada, que es casi constante en todo el trayecto y sólo se separa de esta dirección donde los accidentes del terreno oponen dificultades, recorriendo la parte comprendida entre kilómetros 33 y 48,700, o sea, el término del trazado, por terrenos en general casi planos.

En la primera sección, o sea, de Púa a Selva Oscura (kilómetros 0,000 a 20,100) se encuentran las estaciones de Cullinco y Selva Oscura en los kilómetros 10 y 19 respectivamente. En la segunda sección, que está por construirse (kilómetros 20,100 a 48,700) se han consultado las de Cautín en el kilómetro 29, Rarirruca en el kilómetro 38 y Curacautín en el término, kilómetro 48.

El estacado de los primeros 20,100 kilómetros se inició en el año 1905 en el mes de abril y se terminó el 30 de mayo; los planos y presupuestos estuvieron concluidos en el mes de septiembre de ese mismo año.

El presupuesto ascendió a la cantidad de \$336.246,15 en moneda corriente y \$261.255,50 en oro de 18 peniques. El cambio fluctuaba en esa época en alrededor de 17½ peniques. El plazo para terminar los trabajos se fijó en quince meses.

Muy pronto la comisión de ingenieros tuvo que atender simultáneamente a la inspección de los trabajos de construcción de la primera sección, que se iniciaron el 1 de febrero de 1906, y a los estudios de la segunda que se habían empezado el 30 de noviembre de 1905, razón por la cual no fue posible dar a estos últimos la actividad deseada, consiguiéndose, sin embargo, darles término el 30 de noviembre de 1907, o sea, dos años después de iniciados.

En el primer año se hizo el anteproyecto y en el segundo el proyecto definitivo, entregándose los planos y presupuestos a la Dirección General de Obras Públicas en los primeros días de diciembre de 1907.

La longitud del trazado de esta sección es de 28,600 kilómetros que sumados con los 20,100 que tiene la primera, da para todo el ferrocarril entre Púa y Curacautín un largo de 48,700 kilómetros. En los estudios se hizo un gasto total de \$40.904,40 pagados en sueldos de personal técnico, jornales de alarifes y gastos generales.

El presupuesto para la construcción de la segunda sección es de \$2.296.906,11 en moneda corriente y \$492.331,88 en oro de 18 peniques.

Construcción por contrato de la primera sección
(kilómetro 0,000 a 20,100)

En el mes de noviembre del año 1905 se pidieron propuestas públicas para la construcción de esa sección, por precio alzado. Se presentaron tres propuestas habiendo sido aceptada el 6 de diciembre la más baja, que fue la del Sindicato de Obras Públicas de Chile por \$369.000,00 en moneda corriente y \$253.000,00 en oro de 18 peniques, manteniéndose el plazo de 15 meses fijado en el presupuesto oficial y por precio alzado.

La partida en oro correspondía al valor de los materiales de acero para la vía permanente y en la moneda corriente para el de los demás materiales y mano de obra. El 30 de enero de 1906 comenzó a contarse el plazo y el 1 de febrero siguiente el sindicato dio principio a los trabajos de construcción, por consiguiente, las obras debían quedar terminadas el 30 de abril de 1907, pero desgraciadamente no sucedió así.

Durante el año 1906 el contratista llevó los trabajos con cierta actividad, pudiendo así en ese año hacer la mayor parte del movimiento de tierras en cortes y terraplenes y del roce y despeadura; pero ya a principios de 1907 las obras se siguieron con lentitud progresiva hasta quedar casi completamente paralizadas a fines de ese año.

Se anotó como causa determinante de esta falta de actividad en la ejecución de las obras, entre otras: la situación desventajosa en que quedaron los precios del contrato a causa del aumento repentino que experimentó el valor de los materiales y jornales de operarios.

En efecto, desde que se produjo el terremoto en agosto de 1906, se hizo sentir una crisis económica que afectó de una manera especial la ejecución de los trabajos en general, la que fue en aumento hasta tomar proporciones alarmantes. Con los precios unitarios fijados para las obras con anterioridad al terremoto, no era posible continuarlos, pues éstos deberían experimentar un alza más o menos de un 50%.

Contemplando este estado de cosas, fue que el gobierno de acuerdo con el contratista, resolvieron el 20 de febrero de 1908 liquidar el contrato, ajustándose éste a ciertas bases estipuladas y llevándose a efecto sin dificultades. La operación quedó terminada el 7 de marzo siguiente.

A la fecha de la liquidación, el contratista había hecho trabajos por un valor de \$154.716,24 en moneda corriente y \$250.969,32 en oro de 18 peniques. Las obras ejecutadas consistían casi en su totalidad en roce, despeadura, movimiento de tierras, cierros y enrioladura, sólo tres pequeñas alcantarillas y algunos pocos trabajos en edificios.

La inspección y fiscalización de las obras estuvieron a cargo de la comisión de ingenieros ya nombrada. El pago de los trabajos efectuados se los hacía el fisco al contratista, en presencia de los cuadros de situaciones de obras que se formaban por lo general todos los meses, reteniéndole como garantía el 10% del valor a que ascendían dichas situaciones. Esta retención se le devolvería al contratista una vez recibida definitivamente por el fisco la sección contratada, siempre que no hubiera reparos que hacer valer.

En conformidad a las bases de la liquidación acordadas entre el gobierno y el sindicato de Obras Públicas de Chile, o sea, el contratista, el 20 de febrero de 1908 se procedió a dar comienzo a la liquidación del contrato. El fisco se hizo cargo de la sección contratada y de los materiales y útiles de trabajo de que disponía el contratista.

El valor total de los trabajos hechos por el contratista, como ya se ha dicho, fue de \$154.716,22 en moneda corriente y \$250.969,32 en oro de 18 peniques, y el de los materiales y útiles traspasados al fisco de 73.420,83 en moneda corriente y \$145.529,82 en oro de 18 peniques. Por consiguiente, el fisco pagó al contratista con cargo a la sección contratada de este ferrocarril, las cantidades totales de \$228.137,05 y \$296.499,14 en las mismas clases de moneda, respectivamente.

Los trabajos corrieron a cargo del contratista durante dos años y 20 días, o sea, un tiempo mayor en nueve meses y 20 días al plazo fijado en el contrato, habiendo hecho en este espacio de tiempo solamente una parte de las obras contratadas.

Continuación por administración de los trabajos de la 1ª sección

El 20 de febrero de 1908, en cumplimiento del acuerdo ya mencionado, la comisión de ingenieros que inspeccionaba los trabajos, se hizo cargo de la sección en construcción del ferrocarril. Al hacer entrega de ella el contratista, los trabajos se encontraban, puede decirse, por completo paralizados desde algún tiempo atrás.

Como las obras no podían seguirse con los precios unitarios que tenía el contrato, hubo necesidad de formar un nuevo presupuesto para los trabajos que faltaban hacer, incluyendo también el de las obras nuevas que fue necesario introducir, quedando, en consecuencia, como se expresa Enseguida:

Para las obras que el contratista dejó sin ejecutar	\$ 218.447,58
Para herramientas, útiles e instalaciones provisionales	\$ 17.350,00
Para las obras nuevas por ejecutar	\$ 89.285,56
Presupuesto de construcción por administración	\$ 325.083,14

Los gastos de sueldos del personal técnico y de jornales y gastos generales relacionados con él, se consultaron por separado, como asimismo los de la explotación provisoria que se hacía ya desde el día 7 de mayo de 1907.

Para dar término a la obras se fijó un plazo de diez meses contados desde el 20 de febrero al 20 de diciembre de 1908.

Se optó como sistema para la ejecución de los trabajos, el de los tratos parciales por unidad de obra y sólo se hicieron con trabajadores pagados al día aquellos que no fue posible darlos a trato, ya fuese por su naturaleza o circunstancias especiales que lo dificultaban.

La ejecución de la albañilería en puentes y alcantarillas se hizo algo dificultosa, a causa de que hubo necesidad de hacerla casi en su totalidad durante el invierno, para que, de este modo, se pudiesen terminar los trabajos en el plazo de diez meses que se fijó. En algunas excavaciones se emplearon bombas centrífugas de 4 y 6 pulgadas, que funcionaban por medio de motores de 4 y 6 caballos efectivos de

fuerza; para las demás se usaron bombas de 3 pulgadas movidas a brazo, en las que trabajaban cuatro hombres, que de dos en dos se alternaban sucesivamente.

Mientras se construían las obras y para dar facilidades al público, se hizo una explotación provisoria de la línea. Esta explotación dificultaba bastante la ejecución de los trabajos, pero prestó importantes servicios a los agricultores, madereros y al comercio de la localidad en general, dejando en diez meses una entrada de \$22.364,00.

Los trabajos se terminaron dentro del plazo y presupuestos consultados y en conformidad a los planos y especificaciones respectivas.

Efectuada la liquidación de la sección construida, arrojó los siguientes gastos hechos desde su iniciación emprendida por el Sindicato de Obras Públicas de Chile, hasta su término llevado a efecto por administración:

	<i>En moneda corriente</i>	<i>En oro de 18 d</i>
Gastado en la construcción de las obras	\$ 514.156,57	\$ 253.248,88
Gastado en la inspección técnica	\$ 69.329,51	
Pagado por expropiaciones de terrenos	\$ 12.192,15	
Total gastado en la primera sección construida	\$ 595.678,23	\$ 253.248,88

Durante el año que se trabajó por administración hubo un cambio medio aproximado de 8¼ peniques; si no hubiera sido por esta circunstancia adversa, los gastos hechos en moneda corriente habrían sido menores en una cantidad proporcional a la mejoría del cambio.

El día 12 de enero de 1909 se entregó dicha sección a los Ferrocarriles del Estado, ingresando así en la explotación de éstos.

Segunda sección de Selva Oscura a Curacautín (kilómetros 20,100 a 48,700)

Los planos definitivos de esta sección se terminaron, como ya se ha dicho anteriormente, el 30 de noviembre de 1907. Posteriormente se ordenó introducir algunas variantes con el objeto de disminuir el costo de construcción. Hechas las variantes, se consiguió ese objeto, pero se desmejoraron las condiciones técnicas del trazado, aumentando su largo virtual a causa de haberse introducido fuertes gradientes.

En el mes de mayo de 1906, se pidieron propuestas públicas para la construcción de esta sección, figurando como condiciones, un plazo de tres años para el término de las obras y precio alzado para el valor de construcción. En un folleto hecho especialmente para este caso, se publicaron las bases y documentos que regirían el contrato que se suscribiera con el proponente, cuya propuesta fuese aceptada por el gobierno.

El presupuesto oficial ascendía a las cantidades de \$2.296.906,11 en moneda corriente y \$492.331,88 en oro de 18 peniques.

Las propuestas pedidas se abrieron el 24 de junio del mismo año, habiéndose presentado tres, de las cuales la más baja ofrecía hacer los trabajos por \$2.220.000,00

en moneda corriente y \$480.000,00 en oro de 18 peniques. Estas propuestas pasaron en informe a la Dirección General de Obras Públicas y aún el gobierno no ha tomado una resolución al respecto, pero es muy probable que lo haga luego, en el sentido de contratar la construcción.

Los vecinos interesados en que se inicien pronto los trabajos, han ofrecido cederle gratuitamente al fisco, los terrenos y durmientes que se necesiten para construir esta segunda sección del ferrocarril.

II. Características técnicas y obras de mayor importancia

Características técnicas

La trocha de este ferrocarril es de 1,68 m que es la mayor que tienen las del país e igual a la del ferrocarril central de Santiago al sur. Se eligió esta trocha a fin de evitar transbordo de la carga en su empalme con este último y en vista de que serviría mejor para el acarreo de los productos de esta zona, compuestos en su mayor parte, de maderas y animales. Por otra parte, el terreno no presenta dificultades de consideración en cuanto a costo de las obras y condiciones técnicas del trazado.

La longitud de este ferrocarril, como ya se ha expresado, es de 48,700 kilómetros, de los cuales 20,100 corresponden a la 1ª sección ya construida y de 28,600 kilómetros a la 2ª por construirse. En las estaciones se han consultado dos desvíos para cada una y en el kilómetro 33,920 arranca un desvío para el pozo de lastre de 1.050 metros de longitud.

El riel que se ha empleado es del tipo de 38,5 kg por metro lineal, de 12 metros de largo y los accesorios son los que corresponden a ese riel. Para la enrielladura se fijó el tipo correspondiente a un tráfico medio, que consulta 15 durmientes por collera, o sea, 1.250 por km.

Los elementos del trazado no alcanzan al límite tolerado para esta trocha, según el pliego de condiciones técnicas a que deben estar sometidos. Así, las curvas de menor radio que sólo son dos, tienen 240 metros, la distancia mínima que existe entre dos curvas de cualquier sentido es mayor a 190 metros, las pendientes máximas tienen 0,074 por metro. Las longitudes en rectas y curvas del trazado son de 39,08732 y 9,61268 kilómetros respectivamente, notándose que la longitud de las primeras es de más de cuatro veces la de la segunda. En la rasante se encuentran las tres clases de gradientes, horizontal, de subida y bajada con las longitudes en kilómetros respectivamente de 4,867, 35,413 y 8,420 indicadas considerando el avance de Púa hacia Curacautín.

Obras de mayor importancia

No existen en este ferrocarril obras que puedan llamarse grandes. El mayor costo lo constituye el movimiento de tierras en cortes y terraplenes, encontrándose entre los primeros un buen cubo en material duro en el cual es necesario emplear pólvora.

En el estero de Quinllém se ha consultado, por economía, un puente de 78 metros, de carácter provisional que se construirá con maderas de roble pellín, formado de 15 paños o tramos de 8 y 2,50 metros, alternados y montados sobre cepas dobles que se apoyan en pilotos de rieles que constituyen la parte de la base de éstas. Hubo necesidad de darle al puente esa longitud a causa de que atraviesa oblicuamente el estero. El presupuesto para este puente es de \$34.733,00 moneda corriente.

Para pasar los esteros de Collihuanque y Rarirruca se han consultado puentes con vigas de acero, de celosía, de un tramo de 20 metros de luz práctica y para vía superior. Los estribos serán hechos de hormigón, sus fundaciones no presentarán dificultades, pues se presenta terreno consistente y apto para este objeto desde la superficie del suelo. En el presupuesto para estos puentes, las vigas se han consultado en oro de 18 peniques y el resto de las obras en moneda corriente, siendo esos valores para el de Collihuanque de \$8.767,26 y \$26.203,50, en oro y papel respectivamente. Sobre los esteros de Dillo y Mantible se habían proyectado viaductos de albañilería hecha en hormigón, pero probablemente al construirlos se hagan en otra forma más económica.

Todos estos puentes forman parte de la segunda sección de este ferrocarril y fuera de ellos no hay otros que por su importancia merezcan mencionarse.

En las estaciones se han consultado edificios para oficina, bodega, casa habitaciones del jefe de estación y empleados y dos para cambiadores. En la estación de Curacautín se proyectan también una casa de máquinas y otra para caminero mayor. Todos estos edificios se consultan de madera con fundaciones de albañilería.

OSCAR PARODI
INGENIERO JEFE

SABOYA A CAPITÁN PASTENE

Reseña histórica

Por decreto del Ministerio de Industria y Obras Públicas número 1.073 del 25 de abril de 1905, se concedió a la firma Ricci Hnos. permiso para construir un ferrocarril entre Sauces y Capitán Pastene, debiendo iniciarse los trabajos dentro de los seis meses siguientes y estar terminados dos años después de la iniciación.

Por decreto número 3.048 del 23 de noviembre del mismo año se aceptó la transferencia de la concesión a la Sociedad Agrícola e Industrial Nueva Italia.

Por decreto número 185 del 14 de febrero de 1906, se autorizó a dicha sociedad para presentar planos e iniciar la construcción por secciones, aprobándose los planos de la primera sección de 10,500 km de longitud por decreto número 1.931 del 25 de julio de 1907. No se pudo iniciar la construcción por dificultades en la expropiación, sino en febrero de 1908 y sólo en abril del mismo año se atacó la

segunda sección, quedando en construcción, desde Saboya hasta Lumaco, un total de 21,600 km.

Por dificultades económicas la Sociedad Nueva Italia cedió al fisco gratuitamente todos los trabajos ejecutados y los materiales acumulados y se comprometió a efectuar por su cuenta las expropiaciones necesarias para la instalación de la vía y sus dependencias.

Por decreto número 2.902 del 24 de diciembre de 1900, el supremo gobierno aceptó la cesión, comprometiéndose a terminar la construcción del ferrocarril.

Este ferrocarril está ubicado en la provincia de Malleco. Los primeros 14 km se desarrollan en el departamento de Angol y el resto en el de Traiguén, pasando por la ciudad de Lumaco.

La zona que servirá principalmente comprende a Banquilco, Relum, Pellahuén y Lumaco, más de cien mil hectáreas de suelos ricos en maderas y en pleno desarrollo agrícola.

Los estudios juntamente con la dirección de la construcción durante dos años fueron contratados por la Sociedad Nueva Italia a los ingenieros señores Alfredo Manzi y Domingo Durán en setenta mil pesos, corriendo por cuenta de la sociedad todos los gastos de la comisión. Esa sociedad gastó en total en inspección técnica \$73.642,43, no siendo posible averiguar precisamente lo que corresponde al estudio y lo que pertenece a construcción.

Como la Sociedad Nueva Italia, el fisco continuó los trabajos por administración y en la misma forma se siguen en la actualidad.

Teniendo en vista la posibilidad de prolongar el ferrocarril a la costa, la sociedad concesionaria adoptó la trocha de 1,00 m y todos los trabajos por ella ejecutados se hicieron para aquella trocha. La Dirección de Obras Públicas acordó reducir la trocha a 0,60 metros con la que se prosigue actualmente la construcción de la sección de Saboya a Lumaco y para la cual se hacen los estudios definitivos de la parte de Lumaco a Capitán Pastene.

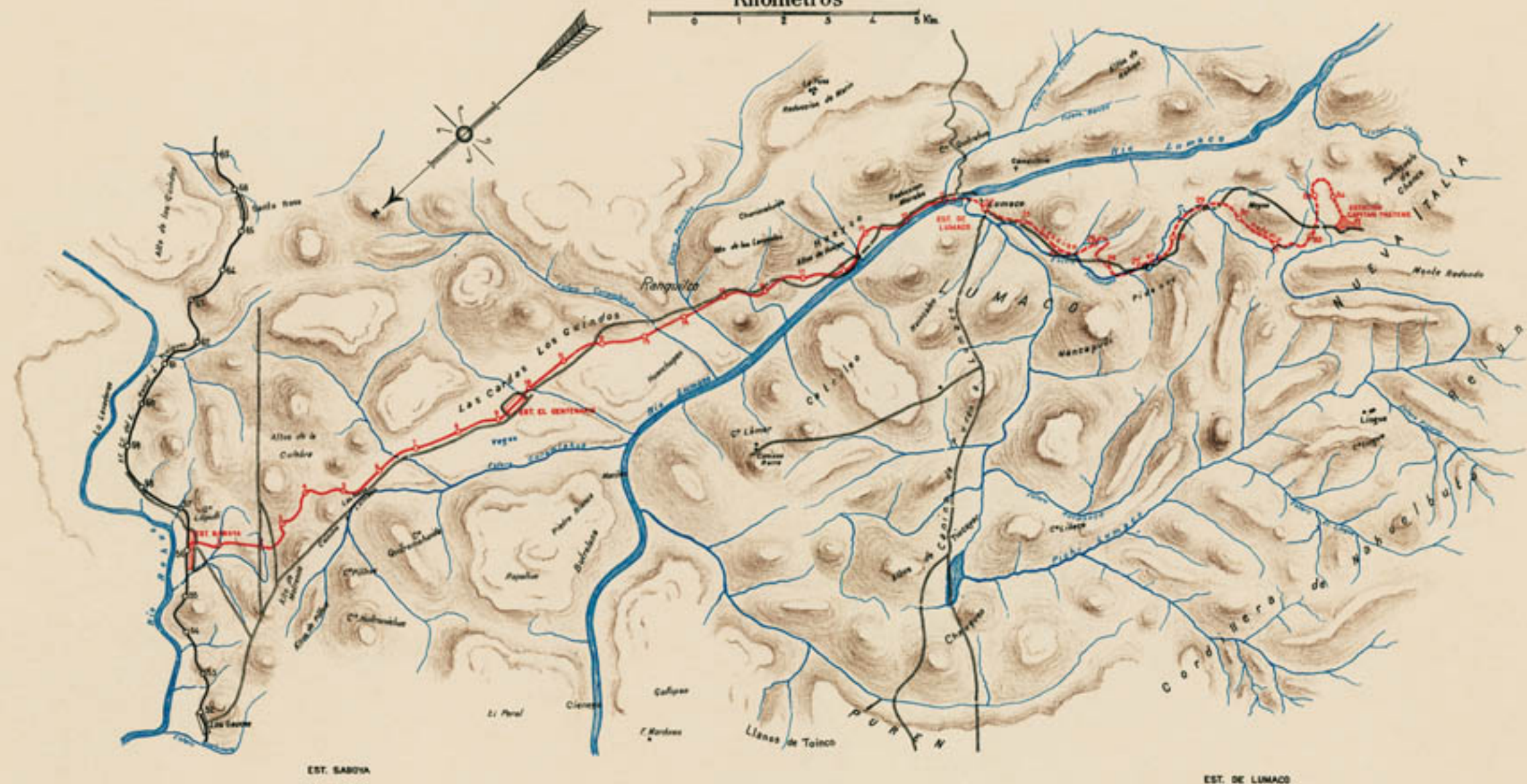
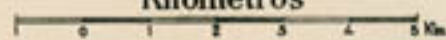
La construcción que se inició en febrero de 1908 sufrió una interrupción de tres meses comprendidos entre mayo y julio de 1909, tiempo que transcurrió entre la fecha en que la Sociedad Nueva Italia hizo entrega del ferrocarril al fisco y el 1 de julio en que éste reanudó los trabajos.

A causa de la reducción de trocha cuando los trabajos de movimiento de tierra estaban bastante avanzados, el cubo de tierra movida en total ha debido de ser mayor que el correspondiente al mismo trazado con trocha de 0,60 metros. Por otra parte, en un principio muchos de los cortes se abrieron, depositando al lado las tierras para que, enrielado lo más pronto, fuera n movidas a máquina. Esas tierras, por su naturaleza (arcillas) y por el tiempo que han estado depositadas, han tomado bastante consistencia y, por tanto, necesitan ser incluidas en los cortes.

Todas estas razones han dificultado la formación del nuevo presupuesto para la trocha 0,60 metro que se prepara actualmente, por lo que ha sido necesario formar uno rápidamente, pero con bastante aproximación de la parte en construcción (21,600 km) del cual se da un resumen a continuación:

FERROCARRIL DE SABOYA À CAPITAN PASTENE

Kilómetros

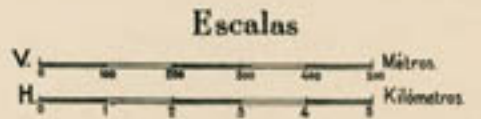
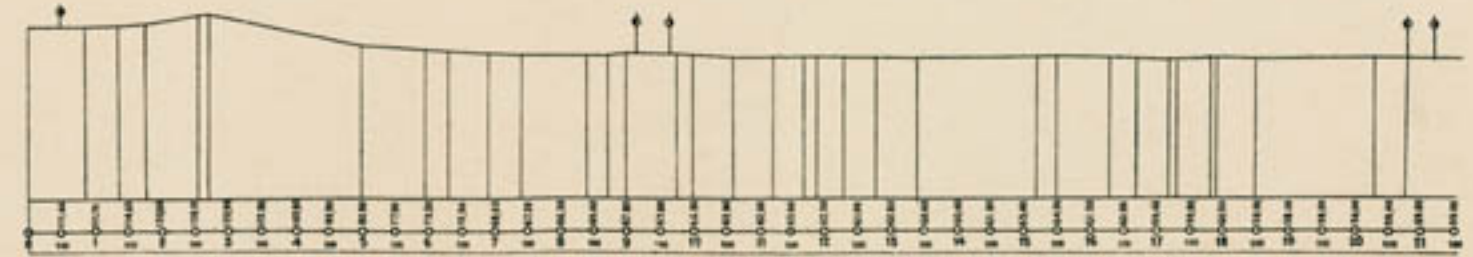


EST. SABOYA

EST. EL CENTENARIO

EST. DE LUMACO

PERFIL LONGITUDINAL



Presupuesto en moneda corriente

I. Movimiento de tierras	\$ 133.160,50
II. Obras de arte	\$ 41.860,60
III. Edificios	\$ 139.800,00
IV. Accesorios estación y edificios	\$ 19.100,00
V. Pasos a nivel	\$ 5.550,00
VI. Cierre de línea y de estaciones	\$ 92.582,00
VII. Vía permanente	\$ 74.410,50
VIII. Línea telegráfica	\$ 7.776,00
IX. Accesorios de la vía	\$ 616,00
Suma del presupuesto en M/C	\$ 414.755,60

Presupuesto en oro de 18 peniques

Materiales de enrioladura	\$ 123.279,66
Tornamesa y superestructura de puentes	\$ 3.270,04
Suma del presupuesto en oro de 18 d	\$ 126.549,70

El costo aproximado total de la sección en construcción (Saboya-Lumaco) corresponde al resumen siguiente:

Presupuesto de constr.: 514.755,60+(126.549,70x1,7=m/c	\$ 729.890,00
Valor de las expropiaciones 599,879 m ² a \$0,018	\$ 10.800,00
Gastado en inspección técnica por Nueva Italia	\$ 69.970,00
Gastos probables en la inspección técnica por el fisco	\$ 36.820,00
Valor de sección en moneda corriente	\$ 847.480,00

Al hacerse cargo el fisco de la prosecución de este ferrocarril, la comisión de ingenieros designada por la Dirección General de Obras Públicas con el objeto de recibirse del trabajo ejecutado, juntamente con las existencias que la empresa Nueva Italia traspasaba al fisco, lo hizo con un avalúo de \$350.000 por dichas obras y existencias. Descontada esta suma del anterior presupuesto, resulta que el costo probable para el fisco de esta primera sección del ferrocarril sería de:

$$\$847.480,00 - \$350.000,00 = \$497.480,00$$

Características técnicas y obras de mayor importancia

La trocha de este ferrocarril como quedó dicho es de 0,60 m.

La longitud total de la sección en construcción es de 24,590 kilómetros de la cual corresponden a la vía principal 21,600 kilómetros y el resto, 2,990 kilómetros, a los desvíos de las estaciones.

La longitud de la parte en estudio es de aproximadamente 13,400 kilómetros. El riel usado es el estudiado para emplear con la trocha de 1 metro, que es un riel Vignola con las características siguientes:

Peso por metro lineal	20 kg
Superficie de sección	2.500 m/m ²
Momento de inercia	I = 3375000 m/m ⁴
Módulo de flexión	$\frac{I}{V} = 67500 \text{ m/m}^3$

Dimensiones

Altura	100 mm
Ancho de la zapata	85 mm
Ancho del borlón	45 mm
Ancho del alma	9 mm
Longitud del riel	10 mm

Con este riel ha sido naturalmente necesario disminuir el número de durmientes por kilómetro, de 2.000 a 1.200, para la nueva trocha.

El número de estaciones en la longitud total del ferrocarril será de cuatro, distribuidas en el orden siguiente, partiendo del punto de arranque:

Saboya, El Centenario, Lumaco y Capitán Pastene.

En el trazado de la parte en construcción se han adoptado las siguientes características:

Pendientes límites: 2%

Radio mínimo de las curvas: 100 metros.

Distancia mínima entre curvas de distinto sentido: 60 metros.

Longitud en rectas: 15,554 kilómetros.

Longitud en curvas: 6,046 kilómetros.

Longitud total de los niveles: 8,510 kilómetros.

En la sección en estudio se siguen las normas siguientes indicadas por la Inspección de Ferrocarriles de la Dirección de Obras Públicas para el estudio de líneas de primer orden, o sea:

Gradientes mínimos	35 %
Radios mínimos	80 m
Distancia mínima entre curvas y contracurvas	50 m

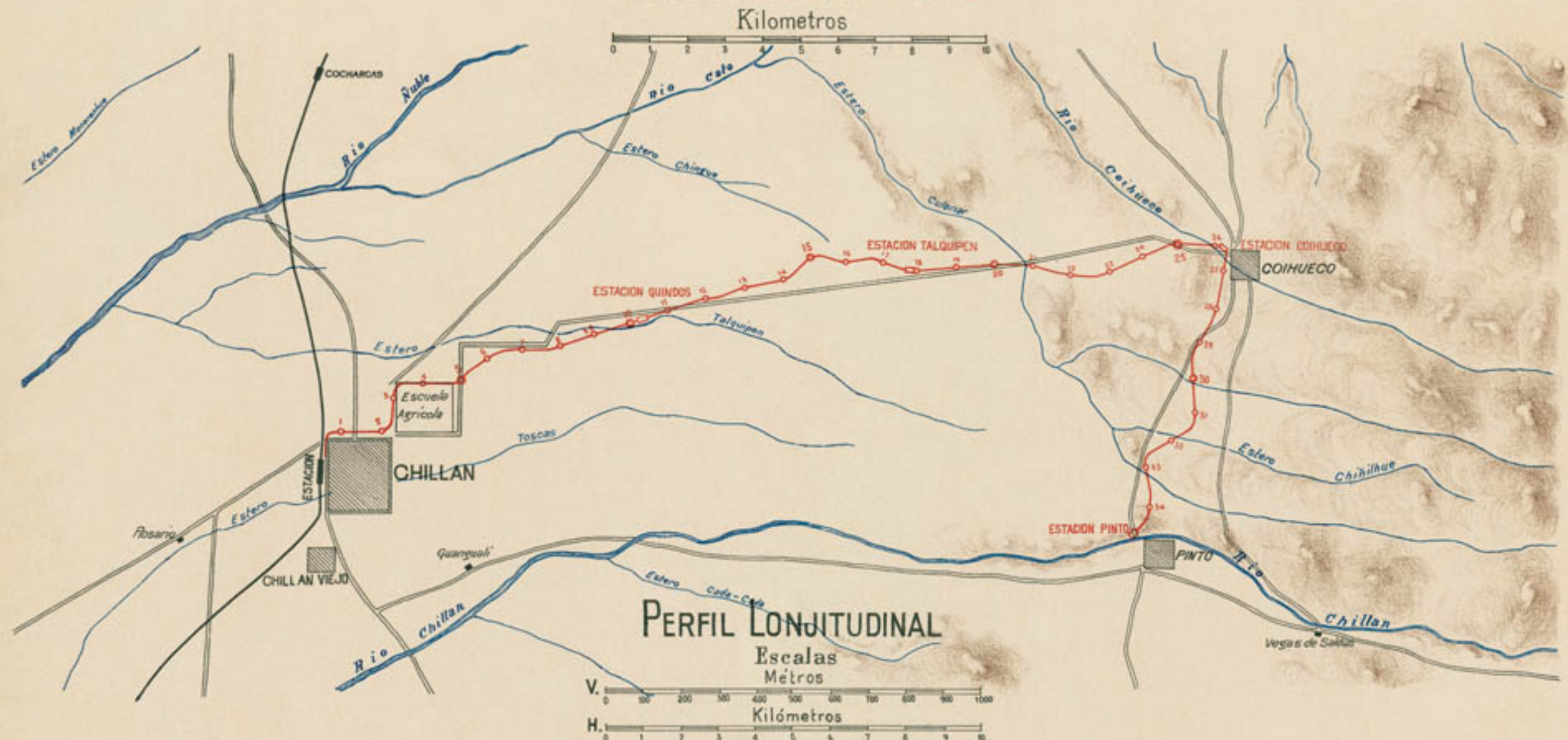
Obras de importancia en la parte que se construye no existen. En la sección en estudio se proyectan dos puentes: uno de 70 m sobre el río Lumaco (kilómetro 21,650) y el otro de 40 m en el estero de Las Toscas (kilómetro 21,380). Además de eso, dos pequeños túneles, uno en recta y el otro en curva.

El perfil tipo de la vía es el tipo adoptado por la Dirección General de Obras Públicas para la trocha de 0,60 metros.

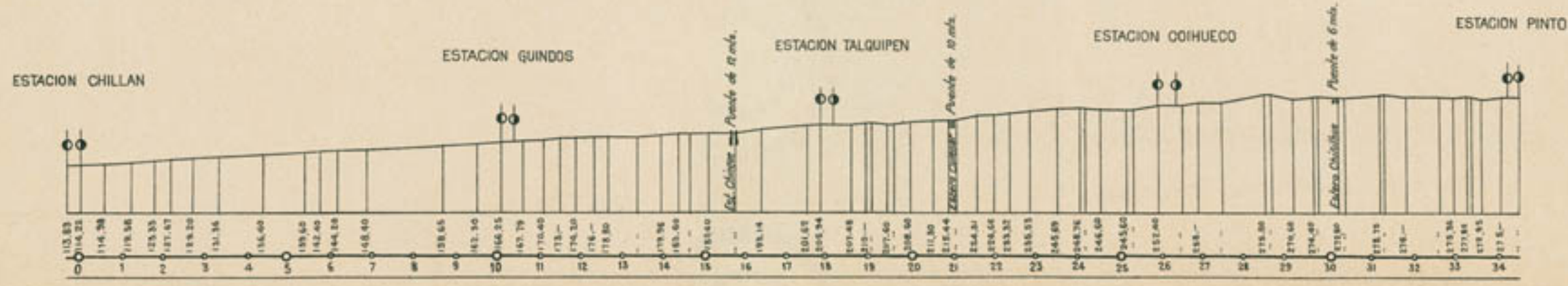
Por el ingeniero jefe,

JOEL A. MUÑOZ E.
INGENIERO DE SECCIÓN

FERROCARRIL DE CHILLAN Á PINTO



PERFIL LONGITUDINAL



DE CHILLÁN A LAS TERMAS
(SECCIÓN DE CHILLÁN A PINTO)

I. Reseña histórica

Hace un cuarto de siglo que la provincia de Ñuble clamaba por la construcción de un ferrocarril hacia el oriente, con el fin de servir la valiosa región agrícola del valle central, comprendida entre el *Ferrocarril Longitudinal* y la cordillera, los numerosos valles cordilleranos en actual producción, la montaña todavía poblada de madera y, por último, el concurrido balneario de las Termas de Chillán, uno de los más afamados de Sudamérica por las virtudes medicinales de sus aguas.

La zona de atracción de este ferrocarril está constituida por unas 40.000 hectáreas regadas, otras tantas de secano de terrenos de buena clase en actual producción y unas 50.000 hectáreas de montaña, cuya explotación producirá primero buena madera, para después dejar terrenos de siembras.

A las Termas de Chillán concurre un promedio de 1.200 pasajeros por temporada y puede estimarse en \$60.000 anuales el valor del pasaje, de Chillán a los baños, ida y vuelta.

El curso torrencioso de los ríos de la cercana cordillera prepara a esta región un brillante porvenir industrial y sólo se espera el concurso de capitales para convertir en energía eléctrica las numerosas caídas de agua, cuya potencia aprovechable no sería exagerado calcular en 120.000 HP.

Además, esta línea tiene para el porvenir más vastas proyecciones: concluida la ya empezada línea de Rucapequén a Tomé, el valle central se acercará al mar por este puerto en 70 kilómetros respecto de Talcahuano, y es de prever que el ferrocarril que parte de Chillán al oriente sirva de base a algún futuro trasandino que cruzando la cordillera por uno de los pasos de Atacalco o Buraleo ponga en conexión a los ferrocarriles chilenos con los argentinos y dé salida al Pacífico a los productos de una parte del rico territorio de Neuquén.

Era, pues, necesario atender al mejoramiento de la viabilidad y a regularizar y abaratar los transportes de esta región, necesidades que viene a satisfacer el ferrocarril que en la actualidad se construye en su primera sección de Chillán a Pinto, en una longitud de 35 kilómetros.

Los primeros estudios, que no pasaron de un simple reconocimiento instrumental, fueron hechos por el ingeniero Fischer en 1885.

Abandonada temporalmente por los poderes públicos la idea de construir esta obra, volvió de nuevo a agitarse en los años 1898 a 1904 por el prestigioso vecino de la provincia, don Vicente Méndez Urrejola, actual intendente del Ñuble. Durante este tiempo se ocuparon del estudio los ingenieros Mac-Dugal, Keller y Vargas Salcedo.

Por fin en 1908 y mediante las gestiones de los distinguidos hombres públicos de esta región: señores Gonzalo Urrejola, Senador de esta provincia y Vicente Méndez U., su Intendente, los ingenieros don Camilo Edwards y Luis Díaz Gar-

cés contrataron con el gobierno los estudios definitivos y elaboraron los planos y presupuestos que han servido de base para las propuestas de construcción de esta obra.

La línea parte de la actual estación del *Ferrocarril Longitudinal* en Chillán y toma una dirección hacia el oriente, hasta el pueblo de Coihueco, kilómetro 26, donde recibirá los productos de la extensa zona de los valles tributarios del río Cato; de Coihueco la línea se inclina hacia el sur, para llegar al pueblo de Pinto, kilómetro 37, término de la sección en construcción y centro de atracción de la parte alta del valle del río Chillán.

Aprobados por la Dirección General de Obras Públicas los estudios de los ingenieros Edwards y Díaz, el supremo gobierno pidió propuestas públicas para la construcción de este ferrocarril en julio de 1909, propuestas que se presentaron el 20 de agosto; con fecha 23 del mismo mes y por decreto número 1.534 fue aceptada la propuesta del ingeniero don Gabriel Quiroz, por la suma alzada de \$548.661,39 moneda corriente y \$7.511,35 oro de 18 d con un plazo de 12 meses corridos, plazo cuya fecha inicial fue fijada el 21 de septiembre, día en que el contratista recibió de la Dirección de Obras Públicas los planos y demás documentos para la ejecución de la línea.

Las principales características del contrato son las siguientes:

Naturaleza: a suma alzada.

Plazo: 12 meses.

Monto: \$548.661,39 moneda corriente, y \$7.511,35 oro.

El fisco suministra el material de acero para la superestructura, cuyo valor es de \$139.629,91 oro de 18 d, y los vecinos dan los terrenos necesarios para la vía y estaciones y los durmientes para la línea; los terrenos pueden estimarse en \$25.000 y los durmientes en \$30.352,00 moneda corriente.

El costo de esta obra importará al fisco un desembolso que se detalla así:

Construcción	\$ 548.661,39 moneda corriente y	\$ 7.511,35 oro de 18 d
Material de acero para la vía		\$ 139.629,91 oro de 18 d
Inspección técnica	\$ 54.866,10 moneda corriente	
TOTALES	\$ 603.527,49	\$ 147.141,26

El valor de la línea, incluyendo los terrenos y durmientes que suministran los vecinos, es de \$658.879,49 moneda corriente, y \$147.141,26 oro de 18 d.

II. Características técnicas

Trocha:	0,60 metros.	
Longitud en la vía principal	kilómetros	35,02700
Longitud en desvíos		2,48029
TOTAL		37,50729

Riel

Tipo de la Dirección de Obras Públicas para trocha de 0,60 metros, de 0,079 metros de ancho en la base de asiento, de 0,079 metros de altura, de 15,15 kg por metro y de 8 metros de largo.

Los accesorios de la enrielladura; colisas, pernos y escarpas forman asimismo parte de los tipos de la Dirección de Obras Públicas.

Durmientes

De roble de 0,125 x 0,200 x 1,30.

Número por kilómetro: 1.625

El riel va afianzado directamente al durmiente por dos escarpas en las rectas y por tres en las curvas.

Estaciones

Chillán kilómetro 0,000. Arranque de línea a las termas.

Guindos	kilómetro	10,41050	a centro de Chillán.
Talquipén	kilómetro	18,26050	a centro de Chillán.
Coihueco	kilómetro	26,44050	a centro de Chillán.
Pinto	kilómetro	34,84650	a centro de Chillán.

Curvas

El límite inferior del radio en plena vía es de 60 metros.

(Por excepción hay una curva de 40 metros de radio a 300 metros de la estación de Chillán).

Distancia mínima entre dos curvas de distinto sentido: 167 metros.

Pendientes límites

17‰ subiendo entre kilómetro 22,99330 y 23,55020; 17,4‰ bajando entre kilómetro 33,59365 y 33,78635.

Longitud en rectas

31,66746 kilómetros, o sea, el 90,41% del total.

Longitud en curvas

3,35954 kilómetros, o sea, el 9,59% del total.

Longitud total en los niveles

4,58240 kilómetros, o sea, el 13,08% del total.

Obras principales

Las obras de arte están constituidas por 8 sifones de 0,40 a 0,80 metros, 4 puentes de vigas metálicas de 5, 6, 10 y 12 metros respectivamente y 80 alcantarillas abier-

tas, cuya luz varía de 0,60 a 3.00 metros. Ninguna de estas obras merece especial mención, y figuran en el presupuesto con un valor de \$57.510,36 moneda corriente, y \$4.339.95 oro de 18 d.

Edificios

Según el presupuesto se construirán para la línea 18 edificios con los valores que se designan en el cuadro siguiente:

Chillán:

Bodega de 40 metros	\$ 25.680,52
Galpón para carros	\$ 5.357,94

Guindos:

Edificio de estación	\$ 19.396,00
Bodega de 20 metros	\$ 13.483,92
Casa para camineros	\$ 7.807,48
Casa para cambiadores	\$ 4.333,60

Talquipén:

Edificio de estación	\$ 19.396,00
Bodega de 30 metros	\$ 18.652,70
Casa para camineros	\$ 7.807,48
Casa para cambiador	\$ 4.333,60

Coihueco:

Edificio de estación	\$ 19.396,00
Bodega de 40 metros	\$ 25.680,52
Casa para camineros	\$ 7.807,48
Casa para cambiador	\$ 4.333,60

Pinto:

Edificio de estación	\$ 19.396,00
Bodega de 40 metros	\$ 25.680,52
Casa para camineros	\$ 7.807,48
Casa para cambiador	\$ 4.333,60
Casa para máquinas	\$ 13.316,06
TOTAL	\$ 254.000,50

La Dirección de Obras Públicas estudia en la actualidad edificios más económicos.

PEDRO SOTO B.
INGENIERO JEFE

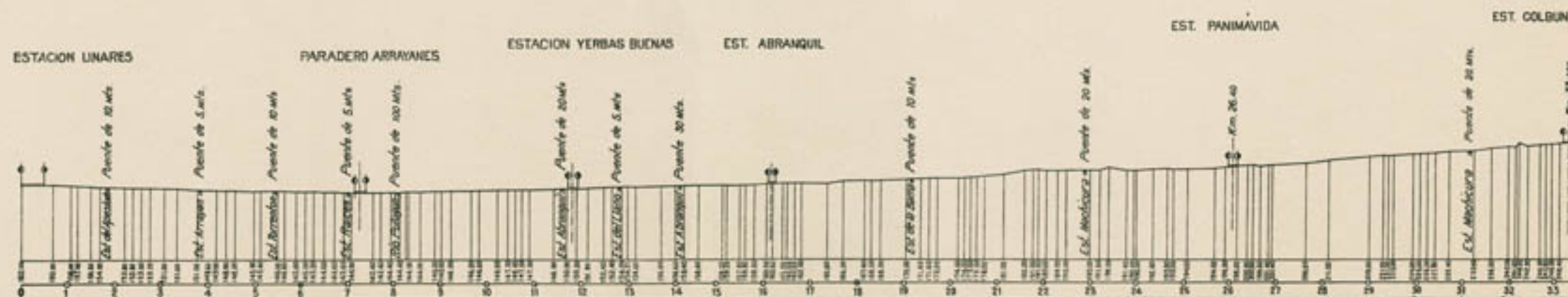
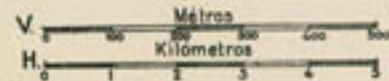
FERROCARRIL DE LINARES A COLBUN

Kilómetros



PERFIL LONGITUDINAL

Escalas



DE LINARES A COLBÚN

I. Reseña histórica

La línea de Linares a Colbún está situada en la provincia de aquel nombre y está destinada a servir a todos los fundos y caseríos que existen al oriente de la ciudad de Linares, muy importantes por sus producciones agrícolas e industriales, y especialmente servirá para la explotación de las termas de Panimávida y Quinamávida situadas a corta distancia del ferrocarril.

Los estudios fueron hechos en el año 1907 por la comisión de ingenieros a cargo del señor Germán Hurtado, y su costo aproximado fue de \$8.500.

Los trabajos de construcción se iniciaron el 18 de octubre de 1909 por contrato de suma alzada y siguen haciéndose de la misma forma. El contratista es el señor Germán Schneider. El monto del contrato es de \$540.648,36 en moneda corriente, y \$188.347,67 en oro de 18 d.

Los terrenos en su mayor parte han sido cedidos gratuitamente al fisco por los vecinos.

Los gastos de la inspección técnica en los 18 meses de plazo consultados para el término de los trabajos sería; con el personal actual de \$50.000.

II. Características técnicas y obras de mayor importancia

La trocha de esta línea es de 0,60 m. La longitud de la vía principal es de 33 km 169,62 y en los desvíos 3,260 km. Se necesitan por kilómetro de vía 1.625 durmientes. Cinco son las estaciones y dos los paraderos consultados cuyas ubicaciones son las siguientes:

Estación de Linares entre kilómetro	0,000 y 0,500
Paradero Arrayanes entre kilómetro	7,140 y 7,340
Estación Hierbas Buenas entre kilómetro	11,720 y 11,920
Paradero Abraquil entre kilómetro	16,000 y 16,200
Estación San Juan entre kilómetro	19,340 y 19,540
Estación Panimávida entre kilómetro	25,934 y 26,134
Estación Colbún entre kilómetro	33,100 y 33,400

El radio inferior de las curvas en la vía principal es de 100 metros, y la mayor gradiente es de 2%. La distancia mínima entre curvas inversas es de 40 metros. La longitud en recta es de 31,86016 kilómetros. La longitud en curva es de 1,30956 kilómetros. La longitud de los niveles de 7,600 kilómetros. La obra de arte de mayor importancia es el puente definitivo de acero sobre el río Putagán de 100 metros de luz y de 10 tramos de 10 metros cada uno; que costará aproximadamente \$24.000.

M. GALLIANO
INGENIERO JEFE

PUENTE MAULE

Ideas generales

La línea de Talca a Constitución con una longitud de 90 kilómetros, constituye uno de los ramales transversales a la costa, que está llamado con el tiempo a ser uno de los más importantes del país. Se ha tratado para tal efecto, unir un punto intermedio de la línea central con el mar, fundándose en que las mercaderías de salida y entrada por Valparaíso y Talcahuano, tenían que recorrer grandes trayectos para salir o entrar a los centros comerciales de esta zona.

La importancia de esta línea está, con todo, todavía muy restringida por varias causas que han intervenido para este efecto.

En primer lugar, se hace notar la deficiencia del puerto de Constitución, completamente inadecuado no sólo para los servicios de embarque y desembarque, sino aun para la regularización del servicio de vapores; de donde se deduce, que un comercio correcto y serio no puede buscar esta vía, mientras no asegure la continuidad del tráfico.

Una segunda causa de limitación es la línea misma, inconclusa aún en muchos de sus detalles y principalmente en una de sus obras principales, o sea, el río Maule, actualmente en construcción y objeto principal de esta monografía.

Condiciones generales del proyecto

La importancia, como hemos dicho, relativamente restringida de esta línea, por el momento, pareció imponer para el puente sobre el Maule un proyecto que realizará la más grande economía posible, pero que no obstante en su conjunto, ofrece un aspecto satisfactorio.

Basado en esta consideración y, por otra parte, en que la navegación en este punto del río no exige grandes pasajes en su ancho, se pensó llenar el fin propuesto, franqueando la luz de 325 metros con un tablero metálico a vía superior compuesto de seis tramos, de 53,25 de luz y que dejaban entre las pilas un espacio libre de 51,80 metros. El nivel de aguas altas que alcanza a 7,50 sobre el de las ordinarias, quedan de 2,00 metros bajo el nivel inferior de las vigas.

Los temblores tan frecuentes en toda la república y cuyas consecuencias ya se han palpado en la estabilidad y conservación de las obras de arte, han inducido a adoptar el sistema de tramos discontinuos que dejan cada tramo independiente de las variaciones de los apoyos. En el mismo orden de ideas, se han previsto los aparatos de apoyo en acero, demostrada como está la poca resistencia de la fundición por tales circunstancias.

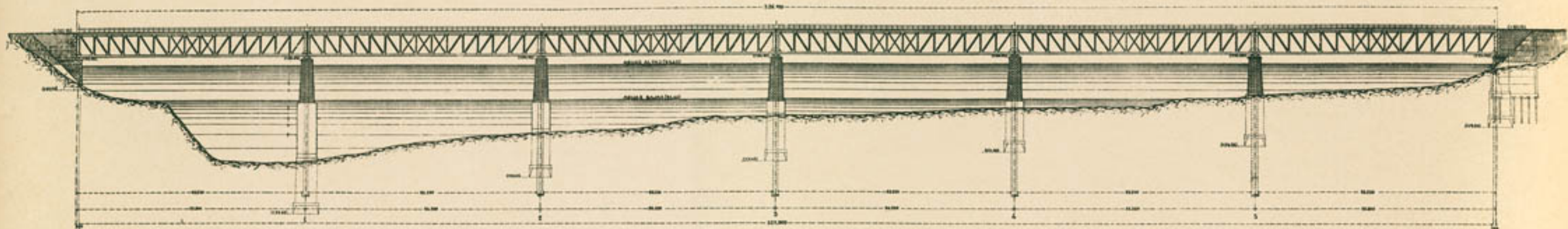
Superestructura

Las vigas principales espaciadas de 3,60 metros de eje a eje, son del tipo Pratt. Ellas están constituidas por dos cabezas paralelas en forma de cajón, unidas por

LINEA DE TALCA Á CONSTITUCION PUENTE SOBRE EL RIO MAULE

Elevacion

ESCALA
Metros 0 5 10 15 20 25 30



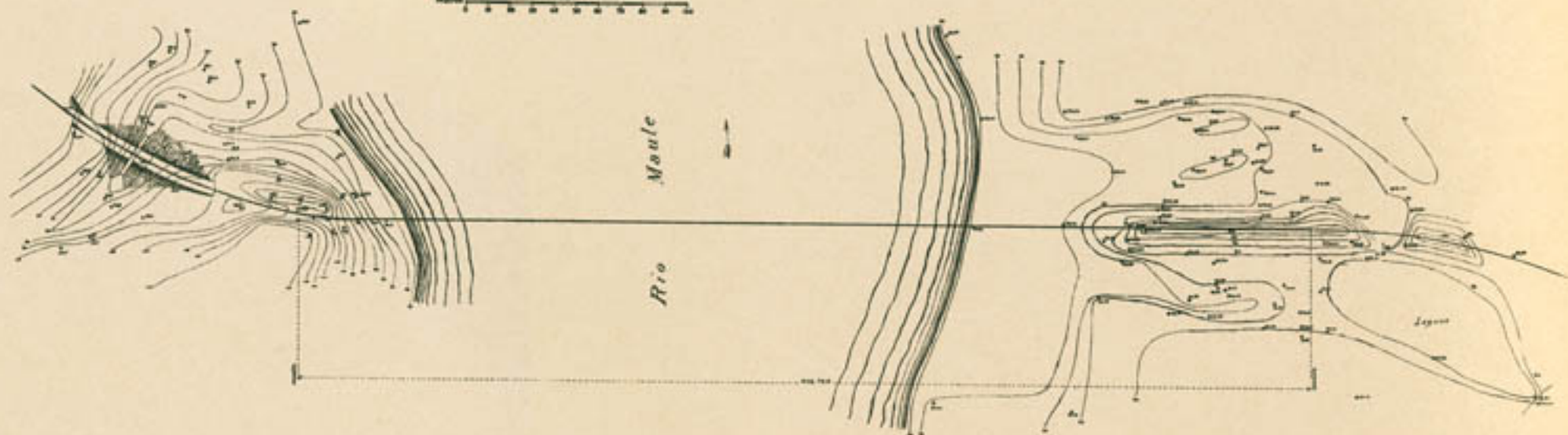
PLANO DE UBICACION

Escala
0 1 2 3 4 5



PLANO CON CURVAS DE NIVEL

Escala
0 5 10 15 20 25 30



una triangulación simple con montantes comprimidos y diagonales tendidas. La altura de la viga es de 5,30 m contada de nudo a nudo. En la parte superior, travesaños reciben las longuerinas, sobre las cuales reposan los durmientes de la vía; éstos prolongados a ambos lados, soportan las dos paralelas de servicio de 0,60 de ancho; finalmente, barandas metálicas fijadas directamente a las vigas principales, van en todo el largo del tramo, dejando un total de 4,00 metros de espacio libre. Contravientos horizontales y verticales completan el sistema. Los tramos reposan sobre las pilas por intermedios de aparatos de apoyo a rótula, fijos en una extremidad y provistos de rodillos en la otra. Los durmientes de 0,200 x 0,125 y 1,30 metros de largo, se preveen de madera de roble.

Infraestructura

La obra contiene dos estribos y cinco pilas.

Estribo Constitución

En el emplazamiento de este estribo, el terreno está constituido por un banco de roca que cae al río con gran pendiente; se previó suficiente, en consecuencia, fundaciones de poca importancia; los muros de vuelta están consultados en un macizo que forma un solo cuerpo con la parte principal del estribo.

Se ha previsto a la base del talud del terraplén del cuarto de cono, hasta el nivel de aguas altas, un muro de protección que sustrae a aquél de la acción de la corriente y que lleva la forma del talud.

Todo este trabajo es ejecutado al aire libre.

Estribo Talca

El establecimiento de este estribo es más delicado por encontrarse ubicado en un terreno de inferior calidad; aunque no tendrá que resistir grandes corrientes, dada la situación del eje hidráulico en creces, se ha debido, con todo, prever trabajos de defensa suficientemente importantes para asegurar la estabilidad del macizo.

La ejecución se conducirá desde luego, haciendo un primer corte al aire libre hasta una profundidad un poco inferior al de las aguas bajas, o sea 4,60 metros conduciendo enseguida la fundación por medio del aire comprimido, hasta 6,65 bajo esta última cota. Detrás del macizo principal, se le unirán dos muros de vuelta fundados sobre pilotaje, colocado bajo el nivel de aguas bajas.

Los taludes del terraplén estarán igualmente protegidos desde su base hasta el nivel de aguas altas, por muros fundados en las mismas condiciones que los muros de vuelta. Todos estos muros serán ejecutados al aire libre, previendo sólo los agotamientos.

Pilas

Todas ellas están fundadas con ayuda del aire comprimido y afectando el mismo perfil general. Se distinguen sólo en sus dimensiones, que corresponden a la longitud total

que tendrán, tomando en cuenta la altura de agua y su encastramiento. La de mayor dimensión está situada en la parte más profunda del río, 13 metros de agua y consulta un encastramiento de 12 metros; las demás, de poco menor superficie, corresponden a menores alturas de agua y un encastramiento uniforme de 10 metros en el terreno.

Materiales de construcción

Todas las albañilerías han sido previstas en betón de cemento, según el dosaje indicado por el pliego de condiciones. Se admite así la clasificación siguiente.

I. Betón núm. 2 (1-3-6) para los macizos de elevación.

II. Betón núm. 3 (1-4-8) para los macizos en fundación ejecutados al aire libre.

III. Betón núm. 4 (1-5-10) para el relleno de los tubos y cámaras de trabajo.

Los macizos en elevación serán recubiertos en sus partes vistas, de una chapa de mortero (1-2) de 0,03 de espesor y simulando juntas ficticias horizontales y verticales.

El esqueleto del botón será constituido por el gravier que se encuentra en abundancia en una de sus riveras; este mismo gravier tamizado, dará la arena para el mortero.

Costo de construcción

Por decreto supremo N° 1.002 dle 27 abril de 1908 se aprobó el contrato celebrado con Schneider y C^a del Creusot por la suma de £33.672 en el plazo de 20 meses.

Las dificultades imprevistas en la fundación de algunos machones aumentaron la suma alzada del contrato en £ 10.000 más o menos.

Hasta la fecha se han hecho trabajos por un valor de £ 20.451.

CARLOS RIVERA
INGENIERO JEFE

MONOGRAFÍA DEL FERROCARRIL EN CONSTRUCCIÓN DE CURICÓ A HUALAÑÉ

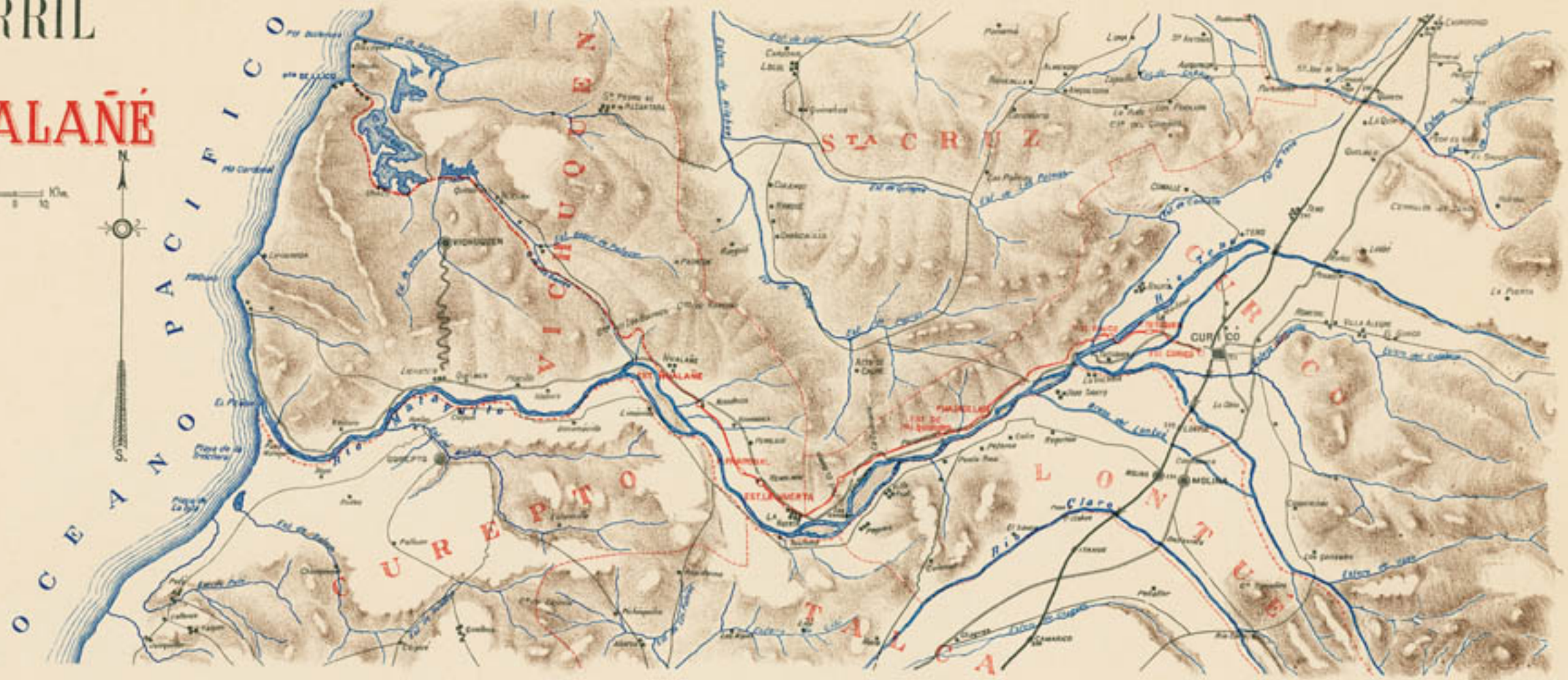
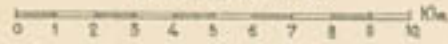
I. Reseña histórica

Estudios hechos

En el mes de octubre de 1888 se habían ya decretado por el supremo gobierno los estudios definitivos para la construcción del ferrocarril de Curicó a Llico bajo la dirección del ingeniero don José Ramón Nieto, quien anteriormente había practicado los estudios para un puerto militar y comercial en Llico, aprovechando la laguna de Vichuquén que dista de la costa en aproximadamente 5 km y a la cual está unida por un canal. El proyecto del puerto consta de dos partes:

FERROCARRIL DE CURICÓ A HUALAÑÉ

Kilómetros



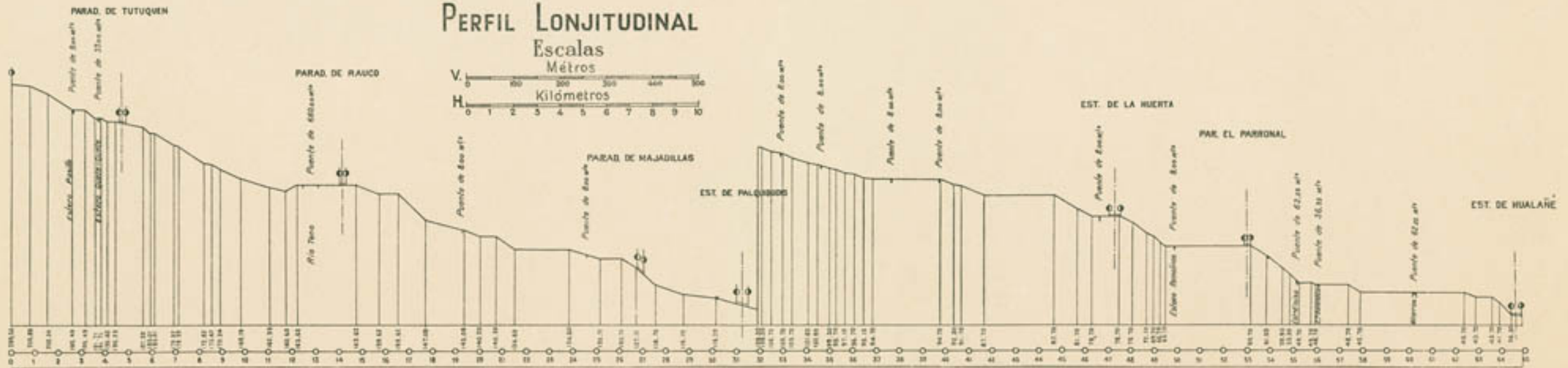
EST. DE CURICO

PERFIL LONGITUDINAL

Escalas

Métros

Kilómetros



- 1ª construcción de un antepuerto en la rada de Llico y
- 2ª apertura de un canal de navegación entre el antepuerto y el lago de Vichuquén.

El señor Nieto llevó a cabo los estudios para el anteproyecto del ferrocarril el año 1889, pero los planos fueron destruidos en el incendio del edificio del Congreso Nacional, el año 1895, donde funcionaba en esa época la Dirección de Obras Públicas.

En planta horizontal este anteproyecto, que partía de la estación de Curicó con dirección hacia el oeste para atravesar el río Teno cerca de su confluencia con el Lontué y tomar la ribera derecha del río Mataquito en una extensión de 50 km hasta Hualañé, punto desde el cual comienza el ascenso para salvar el cerro de Los Buitres con un túnel de 1.500 metros de longitud y ganar la quebrada de Los Saucos o Tilicura, por la cual bajaba suavemente hacia el norte hasta llegar a la orilla oriental de la laguna de Vichuquén, a 95 km de Curicó, y seguía orillándola por el lado sur en una extensión de 12 km hasta el punto denominado Los Peumos, origen del desagüe de la laguna y a 4 km del puerto, más o menos; daba un desarrollo para la línea de 107 km con 71 curvas, de las cuales 32 eran de 300 metros de radio; 11, de 500 metros; 16, de 600 metros; 11, de 1.000 metros, y 1 de 800 metros.

El desarrollo total de la línea arrojaba 20 km en curvas y 87 en rectas.

En perfil, las mayores gradientes usadas correspondían al ascenso al túnel de Los Buitres con 1½% en 4.000 metros; y al descenso, en el cual la pendiente máxima empleada era de 1%. En el resto de la trayectoria, las gradientes se asimilaban a las pendientes naturales del terreno.

La repartición de las gradientes era la siguiente:

Nivel	12 km
Entre la horizontal y el 1%	20 km
De 1½%	4 km
Menos del 1%	71 km
	107 km

El presupuesto de la línea hecho en 1889 con un cambio de 26 por 59 peniques fue el que sigue:

Expropiaciones	\$ 69.800,00
Cortes	\$ 1.082.263,00
Terraplenes	\$ 753.321,00
Obras de arte	\$ 2.558.169,44
Vía permanente y edificios	\$ 942.100,00
Enrielladura	\$ 87.750,00
Lastre	\$ 175.200,00
Telégrafo	\$ 17.970,00
Cierre	\$ 11.660,00
Equipo	\$ 587.000,00
	\$ 6.285.233,44
5% de imprevistos	\$ 314.261,65
TOTAL	\$ 6.599.495,09

Posteriormente, en abril de 1901, se designó una comisión bajo las órdenes del ingeniero don Federico Garcés Puelma para hacer el estacado definitivo entre Curicó y Hualañé, la cual debía preparar a la mayor brevedad los planos y presupuestos para iniciar la construcción de los primeros 20 km.

Con fecha 4 de noviembre del mismo año quedaban terminados los planos de la sección comprendida entre Curicó y Las Garzas (20 km) con un presupuesto de \$340.252,68 sin incluir los edificios y debiendo el fisco proporcionar los rieles y accesorios para la vía permanente, los cuales alcanzaron a ser traídos y depositados en la estación de Curicó. Se imprimió un folleto para pedir propuestas; se hizo la reposición del estacado para entregarlo al futuro contratista, pero no se inició la construcción de la línea.

En el año 1902, por economía, se suprimió la comisión, y sólo a fines de octubre volvieron a reanudarse los trabajos de estudio en el terreno, para ser terminado el estacado definitivo hasta Hualañé el 15 de septiembre de 1904.

Desde esta fecha hasta el mes de mayo de 1905 la comisión se ocupó de terminar los planos y formar los presupuestos para la 1ª sección de Curicó a la puntilla de la Colorada (0 km al 37,2); planos y presupuestos que fueron aprobados con pequeñas modificaciones en el tipo de vigas para los puentes Teno y Quete-Quete en las sesiones del Consejo de Obras Públicas del 27 de abril, 4 de mayo y 10 de agosto del mismo año.

El presupuesto calculado por el señor Garcés para esta sección fue de \$1,239.910,19 papel moneda y \$427.778,41 oro de 18 peniques, sin contar nada para el material rodante.

Impreso el segundo folleto para esta sección de 39,200 km y pedidas las propuestas, éstas se abrieron con fecha 2 de octubre de 1905 y en la misma época la comisión se trasladó a Curicó para reponer el estacado, a fin de tenerlo listo para entregárselo al contratista.

En estas propuestas la construcción fue obtenida por el Sindicato de Obras Públicas de Chile, y fracasó por haberse negado el contratista a firmar el contrato, apoyado en que había ocurrido una variante en el kilómetro 20, Las Garzas, que importaba un mayor gasto de más de cien mil pesos papel (\$100.000), y en que los precios de la ferretería de los puentes debía ser en oro de 18 peniques y no en moneda corriente como figuraba en el folleto, contra la opinión del señor Director General, quien sostuvo que la construcción debía hacerse por el monto de la propuesta sin introducir en ella modificación.

Después de un año de estudios y previos los informes de la oficina técnica y del Consejo de Defensa Fiscal, resolvió el supremo gobierno rescindir el contrato con el sindicato de Obras Públicas por decreto N° 2.348, de fecha 15 de octubre de 1906.

En agosto de 1906 se ordenó imprimir un nuevo folleto, introduciendo en él la variante producida en el kilómetro 20 y cambiando los precios de las ferreterías de los puentes en moneda de oro de 18 peniques. Con este folleto no se pidieron nuevas propuestas.

Mientras tanto el personal de ingenieros continuó ocupándose de la confección y terminación de los planos desde el kilómetro 37 x 200 hasta Hualañé, traba-

jo en que se ocuparon hasta fines de 1907 y los primeros meses de 1908, época en que quedó disuelta la comisión.

Revisado por orden de la Inspección General de Ferrocarriles, el presupuesto presentado por el señor Garcés arrojó un monto de \$4.135.131,01 moneda corriente y \$1.315.030,60 oro de 18 peniques, sin incluir material rodante para los 65 kilómetros que tendría la línea hasta Hualañé.

Con fecha 11 de noviembre de 1907 y por decreto N° 3.171, el supremo gobierno aprobó el contrato *ad referendum* celebrado entre el director de Obras Públicas y el Deutsche Bank, por la casa Philipp Holzmann y C^a de Frankfort sobre el Maine, para hacer los estudios del ferrocarril de Curicó a Llico por la suma de \$1.400 oro de 18 peniques el kilómetro en el plazo de tres meses.

Este estudio que parte, como queda dicho, de Hualañé y se desarrolla por la quebrada de La Higuera, atraviesa el cordón de cerros de Los Buitres con un túnel de 1.970 metros de largo, baja por la quebrada de Los Sauces o Tilicura hasta la laguna de Vichuquén, costea la laguna por el lado sur y llega a Llico siguiendo el trazado de don José Ramón Nieto, da un desarrollo para esta sección de 47 kilómetros 931 metros con 100 curvas, de las cuales: 82 son de 300 metros de radio, 6 de 400 metros, 8 de 500 metros y 4 de mil metros.

El presupuesto presentado por el banco alemán como resultado de sus estudios da un costo de \$15.183.866,20 papel y \$1.974.245,95 oro de 18 peniques, o sea, un total en oro de \$10.725.753,85.

La gradiente máxima usada fue de 1% y según lo manifestó el ingeniero jefe, señor Hans Winkler, si ésta hubiera sido de 1½% le habría sido fácil reducir el largo del túnel de Los Buitres de 1.970 metros a mil metros o menos.

Si sumamos los desarrollos obtenidos tanto por el señor Garcés para su sección de Curicó a Hualañé como por el banco alemán para la de Hualañé a Llico, sería de 112 km contra 111 km del proyecto del señor Nieto hasta el mismo puerto.

La suma de los presupuestos de ambas secciones da como importe del ferrocarril para unir a Curicó con Llico, es decir, para dar salida a la costa a los productos de la zona central del país por este último punto, un valor de \$19.318.997,21 papel moneda, y \$3.289.276,55 oro de 18 d que se obtiene como sigue:

	<i>Moneda corriente</i>	<i>Oro 18 d</i>
Sección de Curicó a Hualañé	\$ 4.135.131,01	\$ 1.315.030,60
Sección de Hualañé a Llico	\$ 15.183.866,20	\$ 1.974.245,95
SUMAS	\$ 19.318.997,21	\$ 3.289.276,55

Terminados los estudios para la trocha de 1,68 m y conocido el valor de lo que costaría construir la línea hasta Llico, el supremo gobierno deseoso de llevar a cabo su construcción, por lo menos hasta Hualañé, resolvió cambiar la trocha y al efecto ordenó preparar “Bases para las propuestas y construcción del ferrocarril de Curicó a Hualañé de trocha de 1,00 metro” que aprobó por decreto N° 2.796, de fecha 10 de diciembre de 1908.

Por decreto N° 67, de fecha 15 de enero de 1909, se contrató el personal encargado de rectificar el trazado definitivo adaptándolo a la trocha angosta y de vigilar su construcción.

Aceptada la propuesta del señor Eduardo Germain, según decreto N° 94 de fecha 21 de enero de 1909, para construir la línea por el precio alzado de \$2.500.000 oro de 18 peniques, en el plazo de 28 meses corridos, la nueva comisión de ingenieros alcanzó, desde febrero a junio inclusive, a entregar el anteproyecto y hacer el trazado definitivo y casi todos los planos correspondientes a los primeros 20 kilómetros.

En julio el señor contratista gestionó y obtuvo de la superioridad modificaciones en su contrato, siendo una de ellas el hacer por su cuenta el trazado de la línea bajo las normas fijadas en las “Bases para el nuevo contrato de construcción”. Desde esa fecha los estudios han sido hechos por el contratista y al personal fiscal de ingenieros no le ha cabido otro papel que la mera inspección de los trabajos en ejecución.

Hasta la fecha el contratista ha presentado directamente a la Dirección General de Obras Públicas para la aprobación del Consejo de Obras Públicas, el perfil longitudinal, los perfiles transversales y, según parece, el plano horizontal de expropiación correspondientes a la sección comprendida entre los kilómetros 9 ½ y 40 faltándole, en consecuencia, los planos de las obras de arte y demás detalles para la ejecución de la línea.

En los 9½ primeros kilómetros aceptó el trazado hecho por los ingenieros del gobierno.

Ubicación de línea

Esta línea férrea de trocha de 1 metro tiene su punto de origen en el camino a Lontué o Maule abajo y sale paralela a la actual estación de Curicó con una extensión de 700 metros, punto donde vuelve al noroeste para cortar el camino público a Hualañé, el cual sigue después por el lado norte en dirección al oeste hasta el kilómetro 3,930 donde vuelve nuevamente al noroeste para cruzar el estero de Quete-Quete, el cual atraviesa a 4,185 km de Curicó.

Cruzado este estero, vuelve inmediatamente hacia el oeste, siempre al lado norte del camino público, hasta el Maitenal, kilómetro 5,400, donde el camino se aparta de la línea y ésta después de dos inflexiones hacia la izquierda se inclina de nuevo hacia el noroeste, en el kilómetro 9,060, para atravesar el río Teno, a 9,900 km de su punto de origen.

Pasado el río Teno, la línea se inclina francamente al suroeste desarrollándose en la península que existe entre los ríos Teno y Rauco o Tilicura, el que atraviesa en el kilómetro 12,600, cerca de la puntilla del Trapiche, dobla esta puntilla y sigue por el llano del mismo nombre hasta tomar el camino público, cuyo lugar ocupa en los faldeos del Morrillo y que ha sido desviado a la parte alta; salva el portezuelo de este nombre y cae al llano de Tricas que recorre en toda su extensión -2 ½ kilómetros- ya en pleno valle del Mataquito, con un escaso movimiento de tierras.

Continúa siempre hacia el suroeste, después del llano de Tricas, por la ladera de Las Garzas, teniendo en este punto un paso obligado, el de ocupar el camino público, el que se ha resuelto labrar paralelamente a la línea, en vez de desviarlo por el faldeo.

Después de Las Garzas, kilómetro 20,100, el trazado sigue por el llano de las Majadillas que atraviesa en toda su longitud hasta el kilómetro 24,575, donde vuelve a la izquierda para contornear la puntilla del mismo nombre entre los kilómetros 25,100 y 25,600. Sigue por el valle del Mataquito en una extensión de 2 kilómetros hasta tomar el pie del cerro, al costado del camino público, el cual recorre al lado del canal Palquibudis, dejando un espacio suficiente para el tráfico del camino.

Enseguida, kilómetro 29,250, el ferrocarril entra a los llanos de Palquibudis, los que recorre a uno y otro lado del camino público, a flor de tierra, hasta llegar a la puntilla de la Colorada, kilómetro 37,460, teniendo en este punto un segundo paso obligado, el de volver a ocupar el camino público, que ha sido desviado por el antiguo trazo, es decir, por la parte alta del faldeo.

Desde la puntilla Colorada, la línea sigue en los dos primeros kilómetros al costado del canal de la Huerta para tomar, enseguida, los faldeos de “Lo Navarro” y ascender suavemente al portezuelo del Barco, kilómetro 43, más o menos. De este punto continúa faldeando los cerros de La Huerta al lado norte del canal hasta doblar la puntilla y atravesar el caserío del mismo nombre, para seguir después al lado norte del camino público hasta la vecindad del estero de Remolinos, punto donde volverá hacia el molino de don José Antonio Garcés a fin de tomar la parte baja y planos de los fundos de Peralillo y Barandica hasta llegar a Mira Ríos donde vuelve nuevamente a subir a la parte alta y seguir así hasta arribar a Hualañé con una longitud de 65 kilómetros aproximadamente.

En el trayecto de Curicó a Hualañé se construirán las siguientes estaciones y paraderos: Curicó, Tutuquén, Rauco, Tricao, Majadillas, Palquibudi, La Huerta, Patronal y Hualañé.

Zona de atracción

Los productos industriales y agrícolas de todo el poniente de la provincia de Curicó, así como toda la zona sur del río Mataquito serán servidos por este ferrocarril, que está llamado a ser de un gran porvenir para este productivo valle.

La zona a que servirá este ferrocarril de Curicó a Hualañé, siempre que no alcance hasta la orilla del mar y no se ejecuten las obras del puerto de Llico, estará formada solamente por una buena porción de las provincias de Curicó y Talca, comprendida entre la línea central de los Ferrocarriles del Estado y la costa.

La parte sur del departamento de Santa Cruz, todo el departamento de Vichuquén y una parte del de Curicó, traerán sus productos a esta línea, en la provincia de Curicó; y en la de Talca quedará especialmente favoreciendo el departamento de Curepto, una pequeña sección del de Talca y unos cuantos pueblecitos y fundos del departamento de Lontué.

En la provincia de Curicó, servirá principalmente el departamento de Vichuquén, que con sus viñedos, sus innumerables cerros especialmente adaptables a la

crianza de ganado menor, y sus salinas en las riberas del mar, tendrá salida a la línea central mientras se espera la construcción del puerto de Llico, estudiado por primera vez en 1888 con sus caracteres comerciales y estratégicos por el ingeniero civil don J. Ramón Nieto, y la continuación del ferrocarril hasta ese punto.

Las comunas de Vichuquén, Llico, Paredones y La Huerta, entregarán todos sus productos a esta línea; y tendrán fácil salida a la capital de la provincia, la ciudad de Vichuquén, con cerca de 1.000 habitantes; y los pueblos de Llico (puerto menor), Huerta del Mataquito, Peralillo, Hualañé, Licantén, Paredones, Salinas de Boyeruca, Patacón, San Pedro de Alcántara y, por último, la conocida estación balnearia de Iloca, tan concurrida por los vecinos de Curicó, Molina, Talca y otras ciudades.

En el departamento de Curicó servirá únicamente a las comunas de Tutuquén y Rauco, con sus pueblecitos de Rauco, Tutuquén y Palquibudi. Además de sus innumerables sembrados de trigo y cebada y una gran cantidad de viñas, esta porción de terreno es especialmente chacarera y pródiga en árboles frutales. Se dice que hay partes que dan dos y tres mil pesos por cuadra cuadrada.

El pueblecito de Rauco, con cerca de 500 habitantes, es centro de una zona de mucha producción a pesar de las dificultades de comunicación que ha tenido hasta la fecha; de manera que teniendo a su servicio una estación a sus inmediaciones, no hay temor en asegurar que su importancia y valor se duplicarán.

En toda esta parte del departamento tienen fama los potreros de engorda de ganado mayor y menor.

En el departamento de Santa Cruz se verá especialmente favorecida la parte sur, que comprende los terrenos de Caune y El Parrón, con abundancia de ganado menor, y también Los Coipos, Carrizalillo, Ránguil, Culeuco, etcétera.

Lo demás de este departamento, así como su capital, se servirá por el ramal de San Fernando a Pichilemu.

En la provincia de Talca gozará especialmente de los beneficios del ferrocarril de Curicó a Hualañé el departamento de Curepto y también parte de los departamentos de Talca y Lontué; en general, toda esta parte norte de la provincia que forma la sección más inmediata de la hoya hidrográfica sur del río Mataquito.

En el departamento de Lontué, que es atravesado por el ferrocarril central, sólo se servirán las comunas de Lo Valdivia y Pequén (o sea, Villa Prat), cuyos sembrados, potreros de engorda de ganado mayor y menor, viñas, etc., necesitarán sólo un servicio de lanchas o un puente sobre el Mataquito, para traer su producción a las estaciones del Morrillo o las Majadillas; sin perjuicio de hacerse este acarreo por cualquier vado del río cuando los inviernos no son muy rigurosos.

Están en esta sección los pueblos de Villa Prat, con 1.500 habitantes, Lo Valdivia con 800 habitantes, Todos Santos, Peteroa, etc.

También tendrán salida por esta línea los productos de Tonlenco, que son principalmente ganado menor y carbón; región perteneciente al departamento de Talca.

Pero la parte más favorecida por la línea será la región que componen las comunas de Curepto y Gualleco, en el departamento de Curepto, con un total de 20.000 habitantes.

La ciudad del mismo nombre, capital del departamento, con 2.000 habitantes y los pueblos de Gualleco, Pocamávida, Rimávida, Mal Paso, Güelan, Casas Viejas y Guaquén, con sus alrededores poblados de numeroso ganado menor, muchos viñedos y hornos de carbón de leña, tendrán fácil acceso a la estación de Hualañé; pues hoy se sirven de carretas por los pueblos de Lontué o Molina.

Cerca de Gualleco hay una vertiente termal de aguas sulfurosas denominada La Higuera, que recibe anualmente a muchos visitantes que van en busca de sus méritos medicinales.

*Fechas, costo aproximado y personal
que hizo los estudios*

El primer estudio fue hecho el año 1889 por el ingeniero don José Ramón Nieto. Los planos y documentos originales fueron destruidos por el incendio del Congreso Nacional en 1895, pero se alude a ellos en diversas publicaciones del Ministerio de Industria y Obras Públicas. No hay datos sobre lo gastado en practicarlos.

Después, el ingeniero don Federico Garcés Puelma llevó a cabo los estudios definitivos entre Curicó y Hualañé -65 kilómetros- desde fines de abril del año 1901 hasta los primeros meses de 1908 con un interregno en el año 1902 en que, por economía, se suprimió la comisión durante los meses comprendidos entre marzo y octubre.

No hay datos para fijar exactamente cuánto invirtió el señor Garcés en sus trabajos; pero hasta fines de 1906 iban gastados \$107.474,29 moneda corriente.

El 11 de noviembre de 1907 y por decreto N° 3.171 el supremo gobierno aprobó el contrato *ad referendum* celebrado entre el director general de Obras Públicas y el Deutsche Bank para hacer los estudios definitivos del ferrocarril de Curicó a Llico, sección de Hualañé a Llico, por el precio de \$1.400 oro de 18 peniques el kilómetro y en el plazo de tres meses.

El valor de este contrato fue de \$67.103,40 oro para una longitud de 47 kilómetros 931 metros.

El personal ocupado del trabajo tenía por ingeniero jefe a don Hans Winkler, de la casa de Philipp Holzmann y C^ª y se componía de 23 ingenieros fuera de niveladores y dibujantes.

Finalmente, desde febrero a junio inclusive del presente año, se hicieron los estudios y trazado definitivos para trocha de 1 metro entre Curicó y Las Garzas por cuenta fiscal, con un gasto de \$53.311,17 con una comisión a las órdenes del infrascrito.

Desde fines de junio el trazado de la línea corre por cuenta del señor contratista.

Fecha en que se inició la construcción

La construcción de la 1ª sección de 37,200 kilómetros contratada, como ha sido ya expuesto, con el Sindicato de Obras Públicas de Chile, según decreto N° 107, de fecha 29 de enero de 1906, por la suma alzada de \$1.060.000 moneda corriente y

\$448.000 oro de 18 peniques no se llevó a efecto por las dificultades que se presentaron, ya anteriormente enunciadas; y por decreto de fecha 15 de septiembre del mismo, N° 2.348, se rescindió el contrato y se mandaron a fijar Nuevas Bases.

Posteriormente y con fecha 10 de diciembre de 1908, según decreto N° 2.796, se aprobaron las bases para las propuestas y construcción del ferrocarril de Curicó a Hualañé, una de cuyas cláusulas modifica el ancho de la trocha y la reduce a 1 metro.

En conformidad a estas bases, la propuesta fue adjudicada a don Eduardo Germain, único proponente, según decreto N° 94, de fecha 21 de enero de 1909, quien inició la construcción el día 22 de junio del mismo año.

*Forma en que se han hecho y siguen los trabajos;
característica del contrato, etcétera*

Como ha sido expuesto, la construcción de la línea se lleva a cabo por contrato general y a precio alzado, siendo el contratista don Eduardo Germain quien la construye por el valor de \$2.500.000 oro de 18 peniques y está obligado a entregarla terminada en el plazo 28 meses corridos desde el día en que le comience a contar dicho plazo.

Para las propuestas sirvieron de base, a título de indicadores generales, los planos confeccionados para la trocha de 1,68 metros.

El verdadero trazado definitivo, según las bases primitivas, sería ejecutado conjuntamente con la construcción de la línea, por una brigada de ingenieros fiscales a cargo de un ingeniero jefe, que iría estacando delante de las faenas de construcción a una distancia tal que no entorpeciera los trabajos del contratista, debiendo ser esta distancia como mínimo de 5 km; y los trabajos del contratista ser continuos, en un sólo sentido, sin derecho, respecto de los estudios, sino a exigir la entrega constante de éstos en los 5 km delante de sus faenas.

Para los planos de la línea, como para la construcción y sus modificaciones, tanto el ingeniero en jefe como el contratista debían someterse a las condiciones impuestas en las citadas bases; pero el señor contratista gestionó y obtuvo de la superioridad una modificación a su contrato, formándose las “Bases del nuevo contrato para la construcción del ferrocarril de Curicó a Hualañé de trocha de 1 metro”, según las cuales hoy se rige.

Los estudios definitivos los ejecutará el contratista por su cuenta sin que pueda pedir remuneración alguna por ellos y en conformidad a las características técnicas que se detallarán más adelante, en lo relativo al trazado.

Los planos definitivos deben ser aprobados por el Consejo de Obras Públicas, previo informe del ingeniero en jefe de línea.

Todas las obras de arte, tanto mayores como menores, serán de carácter definitivo; y para el cálculo de la sección de escurrimiento se tomarán 3 litros por año y por metro cuadrado de hoya hidrográfica.

Los tipos usados serán los de la Dirección de Obras Públicas y aquellos que, presentados por el contratista, cumplan con las condiciones generales para el cálculo y construcción de puentes de ferrocarril de 1907.

Los puentes para el río Teno, Quete-Quete y Rauco se harán con sus infraestructuras y superestructuras metálicas.

Los cimientos de todas las obras de arte se harán en terreno firme y apto para cimentar, según las normas del pliego citado, o bien repartiendo la presión en el suelo conforme a las indicaciones del mismo pliego y tomando todas las precauciones que sea necesario para evitar posibles socavaciones.

El número de obras de arte estará en relación con los cursos de agua atravesado por la línea y con las que sean necesarias para su desagüe.

Los pilotes se calcularán tanto como piezas cargadas de punta cuanto al rechazo por las fórmulas de Euter y Bankine para el primer caso y por la de Brix para el segundo; y su hincadura no se detendrá en terreno socavable.

El tren de prueba para el cálculo de las obras de arte será el de la Dirección de Obras Públicas para trocha de 1 metro del pliego de 1907.

El contratista deberá presentar el cálculo justificativo y los planos de detalle completos de aquellas obras que modifique respecto a los tipos de la Dirección General y la de todos los puentes de una luz mayor de 5 metros.

Todas las obras que construya el contratista deberán quedar conformes con los planos presentados y aprobados.

Para informar los planos, por secciones de 10 km, tendrá el ingeniero jefe un plazo de una semana, y si después de 10 días de llegados a la Dirección de Obras Públicas, no fuesen observados, se tendrán de hecho por aprobados.

El ingeniero jefe deberá informar los planos para los puentes mayores dentro de 5 días, y la Oficina Central de la Dirección General de Obras Públicas, dentro de uno de veinte, contados desde que lleguen a dicha oficina.

Todo plano aprobado no podrá ser modificado sin previo acuerdo del Consejo de Obras Públicas.

El contratista, según el artículo 4º de las bases del contrato, podrá proponer las modificaciones que estimare más convenientes, siempre que el largo virtual y la estabilidad de la vía en la parte modificada resulte, a lo menos, igual al trozo del trazado aprobado, quedando autorizado para proceder desde un principio a mover la línea dentro de la zona de los perfiles transversales, siempre que no se aumenten las gradientes ni se disminuyan los radios, ni las rectas entre curvas de sentido contrario, ni se alteren las condiciones aprobadas para la estabilidad de la línea.

Esta autorización se hace con el objeto de rectificar la ubicación de la línea y se deberá proceder en todo caso de acuerdo con el ingeniero jefe, quien resolverá en el término de 8 días e informará dentro del mismo plazo sobre las modificaciones propuestas a la Dirección General de Obras Públicas, sin cuyo requisito se considerarán de hecho aceptadas bajo la responsabilidad del ingeniero jefe.

Toda dificultad de orden técnico que se produjere entre el ingeniero jefe y el contratista, será resuelta breve y sumariamente por el director general de Obras Públicas; y el contratista deberá acatar esta resolución, sin perjuicio de hacer valer, en forma legal, los derechos que creyere tener.

El contrato comprende la ejecución de todas las obras necesarias para el ferrocarril completamente terminado para su explotación definitiva, de acuerdo con

los planos aprobados, debiendo además ejecutar dentro del precio alzado del contrato, las obras previstas o no que sea necesario para realizar el trazado y para que los trenes puedan correr entre Curicó y Hualañé, con las seguridades del caso.

Correrá por cuenta del contratista la provisión de materiales, herramientas, instalaciones, material rodante, obras provisorias, desviación de cursos de aguas y caminos, etc., que sea necesario para construir el ferrocarril; y el fisco sólo proporcionará los terrenos que sean necesarios para la instalación de la vía permanente y sus dependencias, cuya expropiación será tramitada por la Dirección de Obras Públicas. Por lo que toca al trazado, a la ejecución de las obras y a la calidad de los materiales, el contrato se rige por las especificaciones siguientes, en cuanto no sean contrarias a lo estipulado en las bases:

- a) “Especificaciones técnicas para la construcción de ferrocarriles”.
- b) “Cuaderno de provisiones para la provisión de rieles y accesorios de la vía” de 1904 en cuanto sean aplicables al tipo de riel adoptado para la línea;
- c) “Cuaderno de condiciones generales para el cálculo y construcción de puentes de ferrocarril” de 1907 y
- d) “Cuaderno de instrucciones para el estudio de las nuevas líneas férreas”.

También se rige el contrato por los artículos N^{os} 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 20, 21, 22, 30, 31, 32, 36, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57 y 59 del reglamento para los contratos de obras públicas del 31 de marzo de 1898.

Según el artículo 12 de las “Bases...” el material rodante que adquiriese el Contratista para la construcción de la línea, será comprado por el fisco al terminarse el ferrocarril, en la recepción provisoria, castigándosele, de común acuerdo, con un descuento correspondiente al desgaste natural. En caso de divergencia se hará la tasación por un perito nombrado por el Ministerio de Industria y Obras Públicas.

El contratista podrá explotar la línea por secciones y en beneficio propio, previa aprobación de las tarifas por el supremo gobierno y condiciones de seguridad del tráfico.

El ingeniero jefe de la inspección fiscal está obligado a llevar un libro especial para las órdenes de servicio que imparta al contratista. Con él dejará copia con indicación de la fecha y numeración respectiva de todas las órdenes de servicio a que se han hecho referencia, y el contratista o su representante dará recibo de toda comunicación que le sea dirigida, y firmará, por lo menos cada 2 meses, dicho libro al pie de la última orden. La firma significará el conocimiento de todas las órdenes contenidas en el libro.

En el mismo libro, según el artículo 18, el contratista anotará los reclamos que estime de derecho. La administración no tomará en cuenta otros reclamos que los anotados en el libro de servicio, dentro de los quince días siguientes en que se suscitaren las dificultades.

Asimismo, toda comunicación o documento que se relacione con los trabajos deberá ser dirigida al ingeniero jefe de inspección fiscal, requisito indispensable para que pueda ser tomada en cuenta y tramitada.

El plazo estipulado para el ferrocarril es de 28 meses corridos, que se contarán desde el 20 de septiembre según las “Bases para el nuevo contrato” y por cada día de atraso, el contratista pagará una multa igual a uno por mil del monto de su propuesta y tendrá derecho a un premio de 1% mensual, sobre el mismo monto, por cada mes que gane sobre los del plazo fijado.

El fisco, según el artículo 20, para facilitar la construcción hará pagos parciales en calidad de anticipos, en la forma que sigue:

a) Para las partidas que a continuación se indican, se pagará la parte construida proporcionalmente al total fijado a cada una de ellas.

Cierro de la vía	\$ 45.000
Pasos a nivel	\$ 25.000
Vía permanente y accesorios	\$ 360.000
Telégrafo	\$ 20.000
Estaciones	\$ 210.000
Abastecimiento de agua	\$ 30.000
TOTAL	\$ 690.000

b) Puentes

Para los puentes Teno, Quete-Quete y Rauco, y todos los de 10 metros de luz, el pago se hará con \$300.000 de la partida de puentes mayores, y el resto, \$80.000, servirá para el abono de los puentes de luces menores de 5 metros. Se abonará el 50%, una vez que las ferreterías de la infraestructura y superestructura, estén al pie de la obra, el 25%, tan pronto esté hecha la infraestructura y el 25% restante, una vez terminado el puente. Para el avalúo de las cantidades de los otros puentes se tomará como precio unitario el que resulte de dividir el valor total de \$80.000 por el número de metros de puente que arroje el trazado, una vez aprobados los planos.

c) Rieles y accesorios

Se pagarán a precio de factura tan luego sean desembarcados en la estación de Curicó y la diferencia que resulte sobre la partida de \$470.000 a medida que se termine la enrieldura definitiva, proporcionalmente a la longitud terminada.

d) Tornamesas:

Serán dos: una para Curicó y otra para Hualañé. Su diámetro será mayor en 0,20 metro que el del tipo de la Dirección de Obras Públicas y su pago se hará en la misma forma que el de los puentes.

e) Movimiento de tierras y obras de arte menores

Se pagarán en conjunto y por secciones de 5 km una vez enrieldada provisoriamente hasta el nivel definitivo de la plataforma como sigue.

Del kilómetro 0 al kilómetro 5	\$ 30.000
Del kilómetro 5 al kilómetro 10	\$ 30.000
Del kilómetro 10 al kilómetro 15	\$ 58.000
Del kilómetro 15 al kilómetro 20	\$ 178.000
Del kilómetro 20 al kilómetro 25	\$ 182.000
Del kilómetro 25 al kilómetro 30	\$ 112.000
Del kilómetro 30 al kilómetro 35	\$ 21.000
Del kilómetro 35 al kilómetro 40	\$ 110.000
Del kilómetro 40 al kilómetro 45	\$ 75.000
Del kilómetro 45 al kilómetro 50	\$ 47.000
Del kilómetro 50 al kilómetro 55	\$ 20.000
Del kilómetro 55 al kilómetro 60	\$ 37.000
Del kilómetro 60 al kilómetro 65	\$ 40.000
TOTAL	\$940.000

Se entiende que los durmientes, enrielladura y el lastre se pagan en la partida “Vía permanente y accesorios”.

1. Estaciones

La partida de \$210.000 del inciso *a* se descompondrá para cada estación del todo terminada en la forma siguiente:

Estación de Curicó	\$ 90.000
Estación de Tutuquén	\$ 20.000
Estación de Rauco	\$ 20.000
Estación de Huerta	\$ 25.000
Estación de Parronal	\$ 20.000
Estación de Hualañé	\$ 35.000
TOTAL	\$210.000

De cada pago se retendrá un 10% en conformidad al artículo 43 de “Reglamento para los Contratos de Obras Públicas”.

Si el contratista durante la ejecución de los trabajos introdujere en las faenas maquinarias, tales como enrielladoras, perforadoras, excavadoras, etc., con el fin de acelerar el término del ferrocarril, se le exonerará de las retenciones del 10%, hasta enterar una cantidad igual, según facturas, al precio de las maquinarias importadas, las que quedarán afectadas al cumplimiento del contrato hasta la recepción provisional y se devolverán si no hubiere cargos contra el contratista.

La recepción de los rieles y accesorios y, en general, de todas las obras, no se considerará hecha sino junto con la recepción provisional del ferrocarril.

Para los efectos de cualquier acción judicial, el contratista constituirá su domicilio civil en Santiago, renunciará a la protección de otros gobiernos y a toda reclamación por la vía diplomática y se someterá a las leyes de la república.

Iniciada la construcción del ferrocarril, como ha sido expuesto anteriormente, el día 22 de junio del año 1909, los trabajos ejecutados hasta la fecha se han limi-

tado casi exclusivamente al movimiento de tierras entre los kilómetros 2 y 20 y en la puntilla de las Majadillas, a la construcción de puentes provisionales sobre los ríos Teno, Quete-Quete y Rauco y a tender una línea telefónica entre la oficina del contratista en Curicó, y el campamento del Morrillo, kilómetro 15, la cual se continúa tendiendo más adelante. Asimismo, se han hecho las desviaciones del camino público tanto en El Morrillo como en la puntilla Colorada, donde se ha aprovechado el trazo antiguo.

Hay acopiados en Curicó postes para cierros y durmientes para la vía y los rieles están por llegar, elementos con los cuales se iniciarán, muy en breve, tanto la enrielladura como el cierre de la línea. Igualmente, están llegando los materiales para la infraestructura para los puentes Teno, Quete-Quete y Rauco, cuya construcción ha sido subcontratada con las Fábricas Unidas de Augsburg-Nürenberg de Alemania.

El contratista ha traído de Estados Unidos de Norteamérica perforadoras a vapor, una excavadora que usará en el lastre y otras maquinarias, entre las cuales figuran encorvadoras de rieles (Santiago) punzones y corta rieles. De las perforadoras hay cuatro en uso en los cortes en piedras y pronto estarán las demás, una vez que lleguen las calderas para generar el vapor.

Los trabajos de obras de tierra se mantuvieron con cierta actividad durante el mes de julio, y casi paralizados durante el mes de agosto, en que el número de trabajadores disminuyó considerablemente, mientras el contratista gestionaba la modificación de su contrato. Desde el 1 de septiembre a la fecha, se ha trabajado con actividad y ha habido días en que el número de trabajadores ocupados en las faenas a alcanzado a más de cuatrocientos para disminuir, enseguida, hasta 180. En los meses de octubre y noviembre últimos, el promedio de operarios ha sido de 364 y 222, respectivamente.

Últimamente se ha comnezado a trabajar de noche en el corte del portezuelo de El Morrillo, el que es alumbrado con gas acetileno.

Los cubos efectuados en el movimiento de tierras pueden estimarse así:

Cortes en tierra m ³	10.500
Cortes en roca m ³	11.200
Terraplenes	43.000

El costo de construcción del ferrocarril será de dos millones quinientos mil pesos oro de 18 peniques, según el contrato con el señor Germain, pero a este valor habrá que agregar lo que cuestan las estaciones de Fricao, Majadillas y Palquibudis, que no fueron contratadas y para las cuales se han ordenado expropiar los terrenos necesarios.

Los gastos de inspección técnica suman hasta fines de noviembre treinta y seis mil trescientos cuarenta y seis pesos cincuenta y un centavos, (\$36.346,51), moneda corriente.

El valor de los terrenos expropiados entre los kilómetros 0 y 11½, según la tasación de los "Hombres Buenos", da un importe de \$290.461,79, papel moneda,

suma que indudablemente tendrá que ser mayor en vista de los numerosos reclamos que hay pendientes ante los juzgados de Curicó.

II. Características técnicas y obras de mayor importancia

Trocha

La línea que se construye es de trocha de un metro; pero los estudios definitivos hechos por don Federico Garcés Puelma –sección de Curicó a Hualañé– y por el banco alemán –sección de Hualañé a Llico– se hicieron para trocha de 1,68 metros.

Longitud

La línea hasta Hualañé tendrá un desarrollo probable de 65 kilómetros, y los desvíos consultados en el contrato para las estaciones suman 5.750 metros; de modo que el largo de la línea para construir, sin incluir las nuevas estaciones, será de:

Línea principal	km 65,000
Desvío en las estaciones	km 5,750
Total	km 70,750

Tipo de riel

El riel que debe usarse es el riel de 25½ kilogramos por metro corrido y de diez metros de largo, tipo de la Dirección General de Obras Públicas con eclisas de seis pernos y sin sillas.

Número de durmientes por kilómetro

La enrielladura se hará con 15 durmientes de roble pellín o ciprés por barra, o sea, 1.500 durmientes por kilómetro, los cuales irán afianzados a los rieles por seis clavos o escarpas.

Las curvas de radio menores de 150 metros, llevarán sillas de detención en vez de tirantes de hierro.

Número y nombre de las estaciones

Las estaciones y paraderos contratados son 6: Curicó, Tutuquén, Rauco, Huerta, Patronal, y Hualañé. Pero el supremo gobierno ha ordenado se consulten entre Rauco y La Huerta para ser construidas después las estaciones de Fricas y Palquibudis y el paradero de Majadillas.

Curvas y pendientes, límites, etcétera

El radio mínimo autorizado es de 80 metros y la distancia mínima entre dos curvas de sentido contrario, de 15 metros.

Como gradiente máxima podrá usarse 2% y la restante deberá colocarse de modo que el largo virtual de explotación no sea mayor, tanto de ida como de vuelta, que tres veces la longitud de la línea, calculado por la siguiente fórmula:

$$L_v = L_o + \frac{1}{2} \left(\frac{i_s \times i}{5} + \frac{i_b \times i}{5} \right)$$

en el cual L_v es el largo vertical; L_o , el largo efectivo; i_s , el largo de la línea en un sólo sentido en pendiente subiendo; i_b , el largo de línea en un sólo sentido en pendiente bajando; e i , la resistencia equivalente a la pendiente expresada en milímetros, más la resistencia de las curvas expresadas por

$$\frac{500 \times 1,00}{R}$$

en que R es el radio.

En todo caso, la formación debe colocarse a un nivel superior a 0,50 metro al de las más altas aguas conocidas.

Longitud en rectas y en curvas

No hay datos suficientes. Se puede, sin embargo, afirmar que el largo de las rectas será muy superior al de las curvas por tratarse de una línea casi plana.

Longitud de los niveles

Asimismo, no hay datos para el total de la línea; pero hasta el kilómetro 40 se obtiene una longitud en horizontal de poco más de 5 kilómetros.

Obras de mayor importancia

Éstas son hasta ahora las que se refieren a los puentes Teno, Quete-Quete y Rauco, cuyos largos aún no han sido fijados definitivamente.

La infraestructura de estos puentes será hecha con pilotes metálicos doble T, y la superestructura será también metálica, usándose en ella el tipo de viga Jerves con tramos de 9 a 11 metros.

Su costo dependerá del largo que se les dé y fluctuará entre ciento setenta y cinco mil y doscientos sesenta mil pesos.

Había otros puentes y no estando determinado el trazado, no se puede anticipar dato ninguno sobre ellos.

EMILIANO JIMÉNEZ
INGENIERO JEFE

ALCONES A PICHILEMU

Historia de los estudios del anteproyecto

1. Generalidades

Esta línea es la prolongación del ramal que parte de San Fernando de la línea central y recorre el valle del río Tinguiririca hacia el poniente para terminar más tarde en la rada de Pichilemu, cuya situación aproximada es de 34°23'56" latitud sur y de 71°59'15" longitud oeste de Greenwich.

San Fernando queda a 134 kilómetros de Santiago, Alcones a 210 km, Cardonal a 223,5 y El Lingue, paradero situado en la boca poniente del túnel de El Árbol a 232,5 km. La parte concluida y en explotación del ramal llega hasta Alcones con una longitud de 85 km; Enseguida viene la sección de Alcones a Cardonal con 4,640 km, cuya construcción está casi terminada, habiéndose hecho explotación provisoria en las vacaciones de 1909. La continuación de ésta es la sección de Cardonal a El Árbol cuya construcción se activa a fin de que la locomotora pueda llegar al paradero de Lingue en el curso del mes de enero del próximo año 1910.

2. Personal

El año 1900 fue nombrado ingeniero en jefe de este ferrocarril don Ascencio Astorquiza, quien dirigió los estudios del anteproyecto.

3. Trazado del anteproyecto

El trazado de la sección de Alcones a El Árbol corresponde al proyectado por el ingeniero don Domingo V. Santa María en el año 1897-1898.

El señor Santa María, en la memoria de su anteproyecto, indicó que se podía forzar la pendiente de 1,5% a 2% para subir a la quebrada de El Árbol donde se encuentra el gran túnel, y acortar la longitud de esa obra sin correr el riesgo de no poder bajar al nivel del mar en Pichilemu. (El señor Santa María había dado en su anteproyecto una longitud de 2.261,50 metros para el gran túnel de El Árbol).

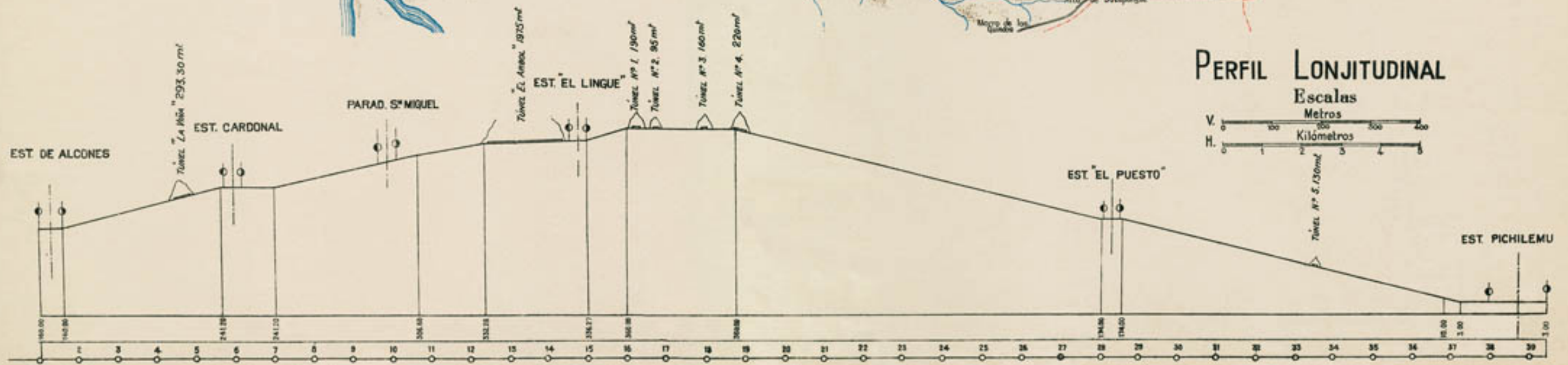
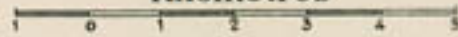
En efecto, el kilometraje de la sección entre El Árbol y Pichilemu alcanza aproximadamente a 24 km y las diferencias de altura entre las extremidades de esta sección son de aproximadamente 286 metros, lo que da una pendiente media de 1,2%.

El señor Astorquiza, que fue el primero que estudió la bajada a Pichilemu, solucionó esta diferencia de altura por medio de pendientes y contrapendientes que variaron desde más 0,02 hasta menos 0,01.

El trazado de esta bajada se hizo siguiendo los flancos de una gran loma que se desprende del encadenamiento principal de la cordillera de la Costa en el macizo denominado cerro de Butapangui y que tiene una dirección constante de oriente a poniente, hasta terminar en la laguna del Valdillo, o sea, a tres kilómetros de Pichilemu.

FERROCARRIL DE ALCONES A PICHILEMU

Kilómetros



PERFIL LONGITUDINAL

Escalas



TUNEL N° 5 130m

La loma del Puesto, como se le llama, queda comprendida entre dos grandes quebradas: la del norte, llamada también del Puesto y la del sur, que tiene el nombre de quebrada de la Parrilla; se desarrolla esta loma formando una cuchilla, por donde corre el camino carretero de la hacienda de la sucesión Iñiguez y se extiende a los lados por una serie de puntillas y quebradas que se acentúan más y más a medida que se acerca al fondo de las dos grandes depresiones que limitan por el norte y sur.

Desde Butapangui, baja rápidamente la loma del Puesto hasta llegar a una pequeña planicie de 2 km de largo que comienza a la distancia de 10 km desde la cumbre.

La planicie tiene una pendiente media de 2% en el sentido de oriente a poniente y después continúa la loma del Puesto en 10 km de desarrollo hasta la laguna del Valdillo, con la misma configuración que en el trayecto de Butapangui a la planicie.

La topografía general del suelo pone en evidencia que el trazado no debe salir de la loma del Puesto a fin de evitar la pasada de una de las grandes quebradas laterales que limitan al norte y al sur, lo que importaría la construcción de un viaducto enorme y el desarrollo de un kilometraje exagerado.

Manteniéndose en la loma se ve desde luego que conviene seguirla por la parte más alta para escapar de las puntillas y quebradas de sus flancos tanto como se pueda, pues esto equivale a evitar muchos y muy grandes cortes y terraplenes, algunos túneles secundarios y buen número de obras de arte.

Estas consideraciones y la necesidad de ubicar ventajosamente un paradero entre la cumbre y Pichilemu, llevan inmediatamente la atención hacia la planicie de 2 km para elegirla como paso obligado de la línea.

De esta manera, se llega pues a la conclusión de que el trazado de El Árbol a Pichilemu puede ser descompuesto en dos trozos independientes:

- 1º de El Árbol a la planicie, o sea, hasta las casas de arriba del Puesto y
- 2º de las casas de arriba a Pichilemu.

El primer trayecto tiene una longitud de más o menos 10 km, la cota aproximada de la cumbre es 600 metros sobre el nivel del mar y la del plan de las casas es de más o menos 200 metros, de manera que se tiene un desnivel de 400 metros en 10 km, o sea, una pendiente media de 4%.

Como queda dicho antes, en el trazado de esta parte hubo que poner la pendiente que más acerque la línea a la cuchilla de la loma del Puesto, esto es, la pendiente máxima autorizada de 2%.

Subiendo con 2% desde el plan del Puesto hacia El Árbol, que es la parte de cumbre más adecuada para pasarla con la línea, como veremos más adelante, se tiene que en 10 km se sube 200 metros, los que agregados a los 200 metros de origen, dan 400 metros sobre el mar para la colocación del límite de la subida, o sea para la boca-túnel poniente de El Árbol.

Esta cota de la boca-túnel es la más conveniente en cuanto a la bajada de los 11 km primeros, por las razones que ya hemos apuntado; por lo demás en nada afectaría al trazado en la planicie y en los 10 km que siguen hasta llegar a la laguna Petrel.

Veamos ahora qué influencia tuvo la cota de 400 metros sobre el mar para la boca-túnel poniente, respecto del trazado de la subida, o sea, de la sección del Cardonal a El Árbol.

El proyecto del señor Santa María da la cota de 311 metros sobre el mar para la misma boca-túnel, así es que sería preciso levantarla 89 metros para empalmar con la cota 400.

La altura de la estación de Cardonal es de 236,646 metros en el proyecto del señor Santa María; 241,200 en el proyecto definitivo; pero a causa de una gradiente de 2 por mil puesta en 775 metros entre Cardonal y el punto donde comienza la cuesta para llegar a El Árbol, el señor Santa María inició la subida a la cumbre con la cota de 241,196 metros, o sea, con la misma altura que tiene el paradero de Cardonal ahora.

Siguiendo el derrotero que impuso el supremo gobierno al señor Santa María en 1897, se debe cruzar el estero San Miguel para empezar inmediatamente después la subida a El Árbol siguiendo hacia el sur poniente por el flanco oriental de la cadena principal de la cordillera de la Costa.

La distancia disponible para el desarrollo es de 3,543 km hasta llegar a la boca oriente del túnel, lo que con 2% de pendiente da una altura de 70,86 metros y más los 241,196 metros de origen, se tiene la cota de 312,56 metros.

El túnel tiene una longitud de 2 kilómetros aproximadamente y la configuración del cerro de El Árbol no permite proyectar en buenas condiciones ninguna chimenea así es que se imponía la condición de darle una pendiente uniforme para que la ventilación se produjera bien y la explotación se hiciera mejor. La pendiente uniforme en toda su longitud del túnel acarreó ciertas dificultades durante la construcción para evacuar las aguas que afluían a las galerías de avance y ensanche de la extremidad más alta del túnel.

Ambas subjeciones quedaban satisfechas dando a la obra una pendiente de 2 por mil y la misma inclinación en sentido contrario a la galería de extremidad superior; pues teniendo el túnel 6,50 m de altura, ambas galerías se encontraron a los 1.000 metros sin ningún tropiezo.

La pendiente de 2 por mil en los 2.261,50 metros que tiene el túnel en el proyecto Santa María produce una subida de 4.523 metros que, agregados a los 321,056 metros, dan 316,579 metros como cota de la boca poniente*. Se ve que faltaban todavía 83,421 metros para alcanzar a la cota 400.

Este resultado indujo al señor Astorquiza a hacer una variante que diera el mayor desarrollo posible, sin salir del rumbo general del primer trazado.

La única solución favorable que se presentó fue la de cruzar el estero de San Miguel en una estrechura ubicada alrededor de 600 metros al norte del punto don-

* Durante la revisión del texto de la obra, se efectuaron correcciones menores, quedando algunas dudas que no se han podido aclarar, por falta de antecedentes. Se advierte al lector que el perfil longitudinal del tramo, presentado en la obra junto con el plano de la línea, está orientado en el sentido opuesto a este último, es decir, va desde el oriente al poniente, mientras en el mapa, la línea va del poniente al oriente.

de pasaba el trazado anterior. Con esto, el señor Astorquiza consiguió aumentar el desarrollo de la gradiente de 2% en un kilómetro, sin retroceder nada. Con esta subida se llega a la cota 336,265 metros que queda a 63,735 metros más baja que la de 400 metros.

Para conseguir la altura de 400 metros en la boca poniente del túnel de El Árbol, no quedaría otra solución que salir de Cardonal y recorrer el flanco occidental de la ensenada de San Miguel, sin cruzar el estero, o más bien, cruzándolo por las vertientes donde nace.

Este trazado exige un aumento de desarrollo de 3 km 186 metros para vencer a 2% los 63,735 metros que faltan.

Un reconocimiento en esta dirección dio un desarrollo de 22,5 km hasta el punto de mayor cota del trazado definitivo (376 metros), o sea, hasta el kilómetro 17,500, de manera que hay una diferencia de 5 km de más para la variante.

La longitud del túnel de El Árbol en el trazado definitivo es de 1.900 metros; y la subida por la ensenada de San Miguel conduce a un túnel de 1.050 metros de largo aproximadamente, 850 más corto que el de El Árbol.

Para los primeros 14 kilómetros del ferrocarril de Alcones a Pichilemu vemos pues que había dos trazados: el del señor Santa María y el definitivo.

El costo kilométrico, descontando el valor de los túneles, era en ese entonces de \$80.000 aproximadamente.

El trazado definitivo sigue subiendo 2 kilómetros más allá del túnel con el fin de hacer fuertes economías en el trazado de detalle de los 10 primeros km que siguen desde la cumbre hacia el mar, de manera que la línea tendrá su mayor altura en la cota.

$$336 + (0,02 \times 2) \text{ kilómetros} = 376 \text{ metros}$$

Con estos datos se tenían los siguientes números:

5 kilómetros de exceso de desarrollo del trazado por la ensenada del San Miguel sobre el definitivo a \$80.000 cada uno eran	\$ 400.000
5 kilómetros de exceso de explotación a \$40.000 de capital cada una	\$ 200.000
24 metros de exceso de subida (tracción) del trazado por la ensenada sobre el definitivo a \$3.000 cada uno	\$ 72.000
SUMA	\$ 672.000

850 metros corridos de túnel que se economizan por el trazado de la ensenada a \$780 cada uno, dan \$663.000.

Además de esta variante se podría haber hecho otra que pasara la cordillera de la Costa sin túnel. Este trazado sería uno que siguiendo la ensenada de San Miguel cruzara el cordón principal por un portezuelo que puede pasarse a la cota de 440 metros sobre el nivel del mar, ubicado en el fondo de la ensenada, para seguir faldeando con una dirección general de norte a suroeste por la hacienda de Las Palmas hasta entrar a la quebrada de La Barrilla, entre el alto de Butapangui y el morro de Los Guindos, por un portezuelo más bajo que el anterior.

Este trazado fue reconocido por el señor Astorquiza y la impresión que le dejó fue bastante mala por ser muy quebrado el terreno. El exceso de desarrollo de esta variante es de 13 kilómetros aproximadamente.

Según esto se tiene:

13 kilómetros de exceso de desarrollo del trazado por Las Palmas sobre el definitivo, a \$80.000 cada uno	\$ 1.040.000
13 kilómetros de exceso de explotación a \$40.000 de capital cada uno	\$ 520.000
64 metros de exceso de subida (tracción) a \$3.000	\$ 192.000
TOTAL	\$ 1.752.000

A restar:

1.900 metros corridos de túnel que se economizan por el trazado de Las Palmas a \$780 cada uno	\$ 1.482.000
DIFERENCIA A FAVOR DEL TÚNEL	\$ 270.000

En resumen, el trazado definitivo con un túnel de 1.900 metros quedaba justificado con la trocha de 1,68 metro. (Astorquiza).

La longitud virtual de los primeros 14 kilómetros del trazado definitivo, con relación al trabajo de la tracción es de 66,468 kilómetros. El coeficiente virtual medio es de

$$\frac{66,468}{14} = 4,747$$

4. Trocha

La trocha de este ferrocarril es de 1,68 metro y fue adoptada porque es la misma que tienen los 85 kilómetros construidos desde hace años entre San Fernando y Alcones. (Santa María).

5. Curvas del trazado de los primeros 14 kilómetros

Estas curvas son 21 y suman 4,624 km, o sea, 33%; el radio mínimo adoptado es de 250 metros que da una resistencia a la tracción equivalente a una gradiente de 3,36 milímetros por metro. La longitud virtual por tracción de las curvas es de 8,027 km.

Estudio definitivo de Alcones a Pichilemu

Personal que lo llevó a cabo

El ingeniero jefe don Ascencio Astorquiza hizo el anteproyecto hasta el kilómetro 14 a contar desde Alcones, y parte del estudio definitivo de estos primeros 14

kilómetros; hizo asimismo la triangulación del túnel de El Árbol y fue autor de los planos y de su fijación en el terreno; alcanzó también a hacer parte de los estudios del anteproyecto de la sección comprendida entre el kilómetro 14 y la planicie de las casas de El Puesto en el kilómetro 26.

Igualmente bajo la inspección del señor Astorquiza se comenzó la construcción de la sección Alcones-Cardonal contratada con don Víctor Romero Silva, por decreto N° 2.277 del 31 de agosto del año 1900. Por este decreto se contrató asimismo la ejecución del túnel de El Árbol con don Juan M. de la Fuente Arrate, quien lo traspasó a don José Pedro Alessandri.

El 26 de febrero del año 1902, por circular N° 676 de la Dirección de Obras Públicas, firmada por don J. Ramón Nieto, se comunicó el nombramiento del ingeniero don Alejandro Guzmán S. como jefe de este ferrocarril para proseguir los estudios hasta Pichilemu y terminar el estudio definitivo de los primeros 14 kilómetros. Tuvo como colaboradores a los ingenieros seccionales señores Carlos Prado Amor y Alberto Decombe durante los tres años que estuvo a cargo de este ferrocarril.

Modificaciones y mejoras en los estudios

Bajo la jefatura del señor Alejandro Guzmán se terminó el estudio definitivo de la sección Alcones a El Árbol, se introdujeron algunas modificaciones importantes en el perfil del túnel de El Árbol, se acordó la prolongación de este túnel por medio de una galería artificial en la boca oriente, motivada por haberse corrido el cerro encima de la boca primitiva. La prolongación que había sido fijada en 25 metros, hubo que prolongarla hasta 50,40 metros.

Se aumentaron los espesores de la bóveda del túnel de El Árbol a 1,00 metro en la boca oriente, y a 0,80 en las proximidades de la boca poniente en que se había proyectado de 0,60 metro. Se cambió el perfil de los pies derechos haciéndolo vertical al exterior. (Resoluciones del consejo del 21 de mayo de 1902).

Otra modificación importante en los planos definitivos fue el cambio de los puentes articulados de concreto proyectados por el señor Astorquiza para los esteros Chivato y San Miguel, al mismo tiempo que se modificó la luz del primero reduciéndola de metro 15 a metro 8. El puente San Miguel de 30 metros de luz se ha hecho de viga metálica descansando sobre estribos de mampostería con bóvedas de descarga. Sobre el Chivato se ha construido un pontón de metro 8, de luz, de albañilería con muros en ala.

En el túnel de La Viña se cambió el sistema de boca para el acceso poniente, haciendo el plano definitivo con muros en ala, debido a la mala clase del terreno que se encontró en el corte de acceso.

Este túnel de La Viña se prolongó también, por la causa anterior, en 30 metros por una galería artificial en curva (de 250 metros) en su extremo poniente.

El señor Alejandro Guzmán terminó asimismo el estudio definitivo de la sección de El Árbol a Pichilemu, cuyos planos fueron completados y terminados más tarde, en la Dirección de Obras Públicas, por el señor Alberto Decombe que ya había tomado parte en los trabajos del terreno, ejecutando también el presupuesto,

la memoria y el folleto de esta última sección que acaba de ser contratada con don Eugenio Bobillier.

Características de la 3ª sección

Los planos definitivos de esta sección tienen las características siguientes:

Largo de la sección túnel El Árbol a Pichilemu: 24,400 km

Gradientes desde el kilómetro 14 suben con 2% hasta el kilómetro 15,200 donde empieza una horizontal hasta el kilómetro 17,690. Aquí empieza a bajar con 2% hasta el paradero de El Puesto, kilómetro 27, donde hay una horizontal hasta el kilómetro 27,480. Sigue bajando con 2% hasta alcanzar el bajo de Petrel por intermedio de un puente de 30 metros de luz, con horizontal de 100 metros hasta el kilómetro 36,150 desde donde sigue en horizontal a la cota 3 m hasta el kilómetro 38,400 que es el fin de la estación de Pichilemu.

Kilometraje de rectas y curvas desde el kilómetro 10,400 a 38,400:

	<i>Kilómetros</i>
Curvas	13,41495
Rectas	14,33505

Los radios de las curvas han variado desde 200 a 2.000 metros; hay 4 curvas con radio de 200 metros.

Variantes en los planos definitivos

Hasta la fecha la única variante que se ha introducido en los planos definitivos fue la propuesta en el año 1906 por el señor León Levy, representante en esa época del contratista señor Julio Aninat.

El señor Levy propuso a la inspección técnica a cargo del ingeniero jefe don Carlos Roberts de la Mahotière, variar el trazado a partir del kilómetro 8,764 hasta el kilómetro 10,643, bajándolo algo en algunas partes y subiéndolo en otras, sobre el trazado original, no alcanzando este desplazamiento en el máximo a 30 metros. El objeto de esta variante fue disminuir los empréstitos y los acarreos largos, cosa que el señor contratista consiguió con exceso, habiendo disminuido sus terraplenes en esa parte en 44,100 metros cúbicos. El terreno allí es muy quebrado y se compone de puntillas y quebradas hondas. La variante resultó 38,50 metros más larga.

Por decreto N° 1.660 del 28 de junio de 1906 se aceptó el acuerdo del Consejo de Obras Públicas del 7 del mismo en que se aceptó esta variante propuesta.

Costo de los estudios del ferrocarril de Alcones a Pichilemu

Los estudios de este ferrocarril han importado la suma de \$135.595,36 distribuidos del modo siguiente:

<i>Estudios</i>	<i>1900</i>	<i>1901</i>	<i>1902</i>	<i>1903</i>	<i>1904</i>
Personal técnico	15.837,88	37.772,17	11.415,89	13.223,20	9.259,52
Jornales	7.751,40	7.930,70	3.209,52	4.123,68	1.411,60
Gastos generales	2.616,65	9.820,74	648,80	975,32	2.229,50
	26.205,93	55.523,61	15.274,21	18.322,20	12.900,65
	<i>1905</i>	<i>1906</i>	<i>1907</i>	<i>Totales</i>	
Personal técnico	3.833,30	–	–	91.341,96	
Jornales	900,–	–	76,–	25.402,90	
Gastos generales	2.053,31	506,15	–	18.850,50	
	6.786,61	506,15	76,–	135.595,36	

Historia de la construcción del ferrocarril durante el contrato con don Víctor Romero Silva

La construcción de la sección Alcones-Cardonal fue dada por contrato a don Víctor Romero Silva por decreto N° 2.227 del 31 de agosto de 1900, siendo jefe de la línea don Ascencio Astorquiza. El contrato fue por suma alzada ascendente a \$295.000 y en el plazo de 365 días corridos. El señor Romero S. tendría una multa de \$100 por cada día de retardo y una prima de \$50 por cada día de adelanto en la entrega.

Creemos que es un dato ilustrativo hacer notar que conjuntamente con esta propuesta se había pedido otra para la ejecución del túnel de El Árbol y se había dejado al arbitrio de los proponentes hacer una sola propuesta por ambas obras o elevar la propuesta por separado. Se presentaron también propuestas que abarcaban ambas obras; pero la más baja recargaba la sección Alcones-Cardonal en un mayor precio de \$80.000 sobre la propuesta del señor Romero Silva.

El plazo de un año dado al señor Romero S. debió contarse, según el señor Astorquiza, desde el 17 de julio de 1901. A causa de no habersele entregado al contratista todo el material rodante expresado en el contrato, se le aumentó el plazo en el tiempo comprendido entre la iniciación de los trabajos el 26 de noviembre de 1900 y la entrega total del equipo el 17 de julio de 1901, es decir, el plazo se le aumentó en 8 meses. La entrega de las obras terminadas se fijó pues, para el 17 de julio de 1902.

En agosto de 1902 el señor Romero Silva pedía una prórroga de 14 meses para terminar su contrato y el ingeniero jefe, señor Alejandro Guzmán informaba la solicitud del contratista, haciendo un cálculo minucioso del tiempo que se emplearía en la apertura del túnel de La Viña y del corte de acceso poniente y calculaba que el plazo indispensable era de 18 meses.

Por decreto N° 2.297 del 30 de agosto de 1902 se amplió en 14 meses el plazo de construcción de la sección Alcones al Cardonal.

El señor Ministro de Industria y Obras Públicas, por oficio N° 1.556 del 22 de octubre de 1902, autorizó al contratista señor Romero Silva para subcontratar con

don Pedro Ciparessi los trabajos que aún quedaban por ejecutar en este ferrocarril, quedando subsistentes las garantías del contrato y la responsabilidad personal del contratista.

Por decreto N° 1.670 del 31 de julio de 1903 se declaró resuelto el contrato celebrado con el señor Romero Silva y se ordenó proseguir por administración y por cuenta del contratista los trabajos que no debieran paralizarse; las causas en que se fundó esta rescisión del contrato fueron que los trabajos marchaban con suma lentitud, que no se obedecía a las órdenes de servicio en que el ingeniero jefe pedía al contratista que aumentara el número de operarios y no haber dado cumplimiento al Supremo Decreto N° 2.297 del 30 de agosto de 1902, que ampliaba en 14 meses el plazo de construcción de la sección Alcones al Cardonal.

El valor de los trabajos hechos por el señor Romero Silva ascendió a \$163.822,77.

Las obras en ejecución fueron las siguientes:

Corte en todo terreno 86.484,88 m³, corte en roca 15.000 m³, terraplenes 72.207,93 m³, relleno de quebradas 13.822,64 m³, excavaciones en el túnel de la Viña 4.858,643 m³, albañilería de piedra en alcantarillas 1.396,884 m³, albañilería de piedras en alcantarillas en pies derechos del túnel Viña 101,770 m³, chapa 481,13 m², estuco 429,81 m², piedra tallada 10.316 m³, relleno de piedra en seco 776,960 m³, instalación de la línea telegráfica 4,640 kilómetros, enrioladura 1.150 metros, durmientes 3.216, cierre de la estación de Alcones y cierre de la vía 1.972 metros.

Según contrato el número de operarios que debía tener el contratista era de 170; el número máximo que tuvo el señor Romero Silva fue de 130.

Trabajos por administración en el ferrocarril en construcción de Alcones a Cardonal

Resuelto el contrato con el señor Romero Silva dispuso la Dirección de Obras Públicas que se aprovecharan las faenas de los subcontratistas para seguir con ellos el trabajo en aquellas partes en que hubiera peligro de dejar la obra a medio hacer; se celebró al efecto entre el señor ingeniero jefe don Alejandro Guzmán y don Serafín Anselmo un convenio para proseguir las obras del túnel de La Viña consistentes en excavaciones, albañilería en bóveda, relleno de piedra en seco y ejecución de la boca oriente.

El valor de los trabajos hechos por administración ascendió a \$23.984,08. El trabajo por administración duró desde el 1 de agosto de 1903 hasta fines del año 1904. En agosto de 1904 se pidieron propuestas para la sección Alcones a El Árbol; pero se desecharon por ser muy altas. Hubo enseguida una paralización de las obras que duró hasta el 24 de agosto de 1905, fecha en que se iniciaron los trabajos por el nuevo contratista señor Julio Aninat Serrano. La paralización se debió, en parte, a haberse agotado los fondos concedidos para los trabajos por administración.

A pesar de los trabajos de conservación y de avance en el túnel de La Viña se produjeron algunos derrumbes, de los cuales uno fue de consideración en febrero de 1905.

Construcción del ferrocarril de Alcones a El Árbol durante el primer contrato con don Julio Aninat

Por decreto supremo N° 508 del 10 de marzo de 1905 se pidieron propuestas para proseguir los trabajos del ferrocarril de Alcones a El Árbol con un kilometraje de 10,040. Se aceptó la propuesta de don Julio Aninat Serrano el 17 de abril del mismo año por decreto N° 992; la propuesta, por precio alzado, ascendía a \$829.380 papel y \$64.860 oro. Con las modificaciones y obras nuevas posteriores, ascendió a \$886.628,86.

De estas sumas correspondía a la sección Alcones-Cardonal, \$265.600 moneda corriente y \$18.910 oro, siendo el presupuesto oficial de \$2.880.870 moneda corriente y \$19.614,48 oro. Para la sección Cardonal a El Árbol la propuesta ascendía a \$563.780, y \$45.950 oro, siendo el presupuesto oficial de \$556.077,89 y \$47.114 oro. El plazo fue de 540 días corridos y debía mantener en faenas 640 operarios.

Con las modificaciones y obras nuevas ascendió a \$886.628,86 el presupuesto oficial.

El trabajo empezó en la sección Alcones-Cardonal el 18 de julio de 1905, y en la sección Cardonal a El Árbol el 24 de agosto de 1905, tomándose esta última fecha como la inicial de los trabajos y del plazo.

Los trabajos debían terminarse el 14 de febrero de 1907; por decreto N° 1.704 del 2 de julio de 1907 se concedió al señor Aninat una prórroga de 12 meses a contar de el 14 de febrero de 1907, teniendo presente que ha sido necesario modificar varios proyectos de puentes cuya tramitación ha sido larga y ha retardado la aprobación de dichos proyectos; que las circunstancias especiales por que atraviesa el país en materia de construcción de obras públicas y la deficiencia del servicio de transporte de materiales de los Ferrocarriles del Estado y, por otra parte, el buen cumplimiento que hasta la fecha ha dado el señor Aninat a su contrato, se concedió la prórroga solicitada.

El plazo aumentó a 790 días debiendo terminar el 15 de septiembre de 1907 para la sección Alcones-Cardonal y el 14 de febrero de 1908 para la otra sección de Cardonal a El Árbol.

El máximo de operarios que tuvo en faenas el señor Aninat ascendió a 390.

Por decreto N° 251 del 8 de febrero de 1908 se ordenó la liquidación de los contratos del señor Aninat de acuerdo con las siguientes bases:

- 1° Se pagarán al contratista todas las obras ejecutadas en conformidad a los planos;
- 2° La liquidación del material de acero para la vía se hará en conformidad a los precios del contrato;
- 3° El material rodante será recibido según inventario, y serán de cargo del contratista los desperfectos que sean causados por el uso;
- 4° Si se despachara por el Congreso el mensaje sobre mejoramiento de los contratos de obras públicas, se le acordaría al señor Aninat el derecho de percibir, sobre el valor de las obras ejecutadas, en moneda corriente, con posterioridad al terremoto del 16 de agosto de 1906 y sobre los precios del

contrato, un sobreprecio de 31 y 39% para las secciones de Alcones a Cardonal y Cardonal a El Árbol respectivamente.

5º Se dan por terminados los contratos celebrados con don Julio Aninat para la construcción de Alcones a Cardonal y Cardonal a El Árbol y el contratista declara quedar completamente desligado del fisco y no tener ninguna reclamación que hacerle, fuera de la que se refiere a la diferencia de peso de los rieles.

Se autoriza al director del Tesoro para que, en representación del fisco suscriba con el señor Aninat o con su representante autorizado, la escritura pública a que debe reducirse el presente decreto.

Tómese razón, etc. –Montt.– Joaquín Figueroa.

Las obras que, durante este primer contrato con el señor Aninat, alcanzaron a quedar concluidas fueron las siguientes:

- 1º Excavaciones para alcantarillas pasos inferiores, saltos de agua y canal de desagüe de la quebrada de La Viña;
- 2º Albañilería de piedra para ídems;
- 3º Emboquillado para ídems;
- 4º Hierro en armaduras;
- 5º Alcantarilla en kilómetro 4,450;
- 6º Salto de agua en kilómetro 3,507.

Túnel Viña

- 7º Excavaciones en ensanche, rebajo y estrozo;
- 8º Ídem por aumento del espesor del revestimiento;
- 9º Excavaciones en contrafuertes (consolidación del túnel);
- 10º Extracción de derrumbes, y
- 11º Albañilería de los contrafuertes.

En la albañilería en pies derechos del túnel Viña se alcanzaron a hacer 1.898 m³ sobre un total contratado de 2.398.

En la albañilería en bóveda del túnel se alcanzaron a hacer 741 m³ sobre un total contratado de 753.

Material de acero para la vía: existía todo el contratado.

Del pontón de El Chivato alcanzaron a hacerse las excavaciones y el concreto de fundación. La albañilería en elevación alcanzó a 384 m² sobre un total contratado de 660. El hierro en armaduras a 442 kilos sobre 885.

Del puente San Miguel se hicieron las excavaciones y la albañilería de concreto en fundación.

Se hizo también todo el desvío de quebradas.

Creo justo dejar constancia de que el señor Aninat puso todo empeño por llevar a término sus contratos y que dio atención preferente a mantener el total de operarios a que su contrato lo obligaba, para lo cual organizó enganches de trabajadores que se fueron a buscar hasta Chillán; pero la pobreza de la zona y su falta de recursos para mantener grandes faenas hacían que el trabajador no durara y

así se veía a menudo que los forasteros no permanecían más que un mes y se iban después del primer pago.

Sobre los \$886.628,86 de las obras autorizadas por el contrato, el señor Aninat alcanzó a hacer trabajos, durante este primer contrato, por un valor de \$599.551,73.

Contrato para la construcción del túnel de El Árbol
con don José Pedro Alessandri

Por decreto N° 2.227 bis de fecha 31 de agosto del año 1900 se contrató a don Juan M. de la Fuente Arrate quien traspasó al señor José Pedro Alessandri, la construcción del túnel de El Árbol y sus accesos en el ferrocarril en construcción de Alcones a Pichilemu bajo la base de una disminución de 20% sobre los precios unitarios oficiales, y en el plazo de 4 años.

Se iniciaron los trabajos el 3 de diciembre de 1900 y ésta fue también la fecha de iniciación del plazo de construcción. Según el contrato, el señor Alessandri debía mantener en faena 250 operarios, número que fue sobrepasado, llegando a tener el contratista 282 hombres.

Los señores Sottovia y Gandulfo, subcontratistas de esta obra, tuvieron bajo su inmediata atención todas las faenas del túnel y aun tomaron parte en el trabajo mismo.

El largo del túnel, en el proyecto original del señor Astorquiza, era de 1.900 metros; el largo definitivo con que ha quedado es de 1.950,40 metros habiendo tenido 2 prolongaciones por túneles artificiales, la primera de 25 metros, la última de 25,40 metros. Estas prolongaciones fueron motivadas por derrumbes en la boca oriente y por haberse corrido una gran porción del cerro encima de esta boca y de su prolongación primera.

Se varió también por el ingeniero jefe señor Alejandro Guzmán el perfil de la rasante del túnel: en el proyecto original tenía una pendiente uniforme de 2 por mil; se le dio una pendiente de 4 por mil por el extremo oriente hasta empalmar con una horizontal trazada por la boca poniente. Este aumento de pendiente empieza a los 203,25 metros de la boca oriente.

La perforación del túnel Árbol se hizo por perforadoras de aire comprimido, habiéndose hecho un ensayo con perforadoras eléctricas, sistema que hubo que abandonar por no haber dado el resultado que se esperaba.

El ataque del túnel se hizo por ambas bocas a la vez, habiéndose juntado las galerías de avance el 11 de mayo de 1904 y habiéndose obtenido una aproximación notable para el eje del túnel de 2 centímetros en dirección y 8 milímetros en altitud, eje que era dado mensualmente en el avance por el propio ingeniero en jefe.

Se inició la perforación a mano, con el resultado siguiente, que tomo de la *Memoria* de marzo de 1901:

Galería de avance en la boca-túnel poniente:

“se consiguió un avance mensual de 34,25 metros, medio de 0,90 m y total de 43,75 m en roca firme y descompuesta, con un cubo en la galería de 175 m.

El personal ocupado, de 15 operarios, se distribuyó de esta forma durante las 24 horas: 2 mineros, 2 carretilleros y un cabo enmaderador.

El explosivo gastado fue de 81,20 kilos de dinamita en 248 tiros”.

El 21 de febrero de 1901 se empezó la galería de avance en la boca poniente con una dimensión de 2 metros de alto; desde esa fecha se obtuvo un avance diario de 1 metro en laja dura con una cuadrilla de 9 operarios, distribuidos como sigue: 6 mineros, y 3 peones para la extracción y enmaderación; el gasto de explosivo en las 24 horas fue de 45 cartuchos de dinamita.

El 25 de febrero de 1901 se empezó el ataque en la boca-túnel oriente; aquí el avance medio diario era de 1,20 metros en roca descompuesta o jaboncillo. La cantidad de explosivo fue de 15 cartuchos de dinamita para 10 tiros.

En la galería de avance se abrían 14 ó 15 barrenos en su frente, de 1 metro a 1,20 metros de profundidad cargándolos con 20 cartuchos de dinamita y aun con 25 cuando la roca era muy compacta y dura. Se empezaba la perforación con 3 tiros en el centro que se llamaba la ranura y se abrían inclinados formando pirámide.

La enmaderación de esta galería no se hizo sino en poco más de 700 metros, por ser el terreno muy resistente en todo el resto.

El ensanche y rebajo de la bóveda en el mes de enero de 1902 fue el siguiente:

Avance total 82 metros, ídem mensual 37 metros, ídem diario 1,32 metros en 28 días de trabajo con un promedio de 38 hombres. Este ensanche era con la sección completa, para el revestimiento de 0,80 metros.

El 5 de enero de 1902 empezó a trabajar una compresora con dos perforadoras. Generalmente en una mitad del rebajo hacían 6 tiros, de 2 metros de largo cada uno, en la dirección del eje del túnel, y un tiro en sentido transversal en la otra mitad. Estos 7 tiros es lo que llamaban *una perforación* y demoraban en barrenarlos, instalar y sacar la maquinaria, como 9 horas; se cargaban con 18 cartuchos de dinamita cada uno de los seis primeros. Estos 6 tiros botaban en término medio 12 metros cúbicos de material.

En el mismo mes la albañilería de la bóveda tuvo el siguiente avance total: 54 metros, ídem mensual 34 metros, ídem diario 1 metro, en 24 días de trabajo con 15 hombres.

En cuanto a la perforación del estrozo varió de 14 a 20 metros corridos por mes. Todos estos trabajos se hacían en roca compacta y muy dura.

En el estrozo se empezaba por abrir el centro, llevando un avance en escalón a 10 metros de distancia; el resto se abría por entero, ya fuera atacándolo de frente o por los costados.

La construcción de la bóveda se llevaba 20 metros más adelante que el ataque del estrozo, y se hacía por anillos de 6 metros; con cerchas distantes de 1,50 metros a 2,00 metros.

El hueco entre la bóveda y el cerro se rellenaba con piedra en seco acuñada a martillo.

Durante el trabajo en bóveda hubo tres derrumbes, siendo uno de importancia porque tapó íntegra la sección abierta; cayeron aproximadamente unos 3.500 metros cúbicos de material.

Todo el revestimiento se hizo con mezcla de 1 por tres.

El emboquillado se hizo en toda la longitud del túnel.

FC ALCONES A PICHILEMU
GRÁFICO DEL AVANCE DE LAS OBRAS DEL TÚNEL DE EL ÁRBOL
005AENC

Se hicieron 1.201,70 metros de bóveda de 0,60 metro de espesor, 617,60 metros de 0,80 metro y 80,70 metros con espesor de un metro.

Se suprimió la chapa de cemento y fue reemplazada por un anillo de albañilería de 0,20 de espesor; de modo que en realidad hubo espesor de bóveda de hasta 1,20 metros.

Los 1.900 metros de túnel costaron \$1.652.564, o sea, \$869,77 por metro corrido. Con la prolongación en túnel artificial el costo total fue de \$1.704.849,24 para los 1.950,40 metros; o sea, \$870,10 por metro corrido.

La mayor parte del revestimiento se hizo con la piedra extraída del mismo túnel, habiéndose usado también la de la cantera situada como a 200 metros de la boca oriente. El precio de costo de la piedra de la cantera fue de \$3,50 el metro cúbico.

Los precios unitarios del contrato fueron los siguientes:

En la galería de avance el precio varió de	\$ 9,59 a \$17,58
En ensanche, rebajo y estrozo varió de	\$ 6,39 a \$ 9,59
En pies derechos varió de	\$ 14,38 a \$ 18
En bóveda varió de	\$ 23,97 a \$ 30 (mismo precio para el relleno)
En relleno de piedra en seco	\$ 3,19
En piedra tallada	\$ 79,90
En chapa	\$ 2,39
En emboquillado	\$ 1,19

En la galería de prolongación los precios fueron:

Excavaciones en seco	\$ 0,72
Excavaciones con agotamiento	\$ 2,50
Albañilería del radier	\$ 22,00
Piedra en seco	\$ 5,00
Relleno de tierra sobre la bóveda	\$ 0,24
Empréstito para este relleno	\$ 0,48

Los jornales fueron los siguientes:

Albañiles con 10 horas de trabajo	\$ 3,00 a 6,00
Cabos de cuadrilla ídem ídem	\$ 4,00 a 5,00
Peones ídem ídem	\$ 1,80 a 2,20
Fogoneros y peones de las perforadoras	\$ 3,00
Enmaderadores con 8 horas de trabajo	\$ 3,00 a 4,00
Mineros a mano ídem ídem	\$ 2,50 a 3,00
Maquinistas, mensual	\$180,00

Los escombros se sacaban del túnel con carros volcadores y Decauvilles tirados por mulas, que se vaciaban a su vez en los grandes carros de tumba que se movían en la excavación del estrozo.

A cada lado del túnel se instaló una compresora de aire accionada por su motor de 30 HP de fuerza; cada una accionaba 4 perforadoras New. Ingersoll y hasta 5;

pero con dificultad. La presión del aire era de 4,5 atmósferas y se almacenaba en un recipiente de donde era conducido a las perforadoras por cañerías de fierro de 2 pulgadas.

El vapor lo daban dos calderas tubulares timbradas a 120 libras de presión. Los taladros variaban de 0,60 a 2,60 metros de largo y su diámetro de dos pulgadas a 1,25 respectivamente.

El consumo de carbón fue de una tonelada por un avance medio de 1,20 metros en la galería de avance; en el resto fue de media tonelada por 7 a 8 metros cúbicos de excavación en roca.

Las filtraciones fueron abundantes dentro del túnel.

El avance medio de la obra terminada fue 0,93 metro diarios.

Por decreto número 1.025 del 18 de abril de 1905 se concedió al contratista señor Alessandri una prórroga de 18 meses para el término de los trabajos. Tuvo aun una segunda prórroga concedida por decreto número 2.076 del 9 de agosto de 1906, de 4 meses, con lo que el plazo definitivo que tuvo para la construcción del túnel de El Árbol fue de 5 años y 10 meses.

En octubre de 1906 se hizo la liquidación final entre el fisco y el contratista señor Alessandri.

GUILLERMO ORTEGA
INGENIERO JEFE ACCIDENTAL

SUPLEMENTO A LA MONOGRAFÍA DEL FERROCARRIL
EN CONSTRUCCIÓN DE ALCONES A PICHILEMU

Capítulo 1

Reseña histórica

A principios de la administración Errázuriz Echaurren, el señor ministro de Industria y Obras Públicas ordenó proseguir los estudios del ramal de San Fernando a la costa, que en esa época estaba terminado hasta Alcones con una longitud de 85 kilómetros. Con este fin se comisionó al ingeniero don Domingo Víctor Santa María, quien inició su anteproyecto a fines de 1897, terminándolo al año siguiente. La longitud que el anteproyecto asignaba a esta continuación del ramal hasta su término en Pichilemu fue de 37 kilómetros, lo que daba un total de 122 kilómetros para esta línea, destinada a servir uno de los más fértiles valles del centro del país.

Como dato ilustrativo y complementario creemos conveniente hacer notar que poco antes se había hecho otro estudio, contratado con don Eugenio Bobillier, para llegar a Pichilemu por el sur. Este trazado que arrancaba de Peralillo pasando por Nilahue, etc., no tenía ni grandes túneles ni excesivos movimientos de tierra, aunque era algo mayor en desarrollo; el señor Bobillier lo creía hacedero en el término de 4 años; de modo que al haberse hecho este ferrocarril estaría en explo-

tación desde 1904; desgraciadamente en el incendio del Congreso se quemaron los planos, carteras, memorias, etc. y todos los antecedentes de este trabajo, de modo que al terminar su anteproyecto el señor Santa María no tuvo cómo comparar ambos trazados ni cómo defender el trazado por Nilahue que a lo que parece, habría sido por lo menos respecto al tiempo, de un aprovechamiento mucho más inmediato que el del actual ferrocarril, cuyo término demorará a lo menos unos 4 años más, o sea, hasta 1913.

Ubicación del ferrocarril

Esta línea parte de San Fernando en el ramal central y recorre el valle del río Tinguiririca hacia el poniente para terminar en la rada de Pichilemu, cuya situación aproximada es de $34^{\circ}23'56''$ de longitud sur y $71^{\circ}59'15''$ longitud oeste de Greenwich.

Zona a que servirá

La zona de atracción de este ferrocarril se extiende desde Rancagua hasta Curicó y transversalmente servirá a las poblaciones siguientes: Placilla, Rancagua, Cunaco, Chépica, Santa Cruz, Palmilla, Peralillo, Población, Alcones, Estrella, Lo Solís, Mallermo, Paredones, Nilahue, Pumanque, Alto de Ramírez, Ciruelos, Cahuil, Pichilemu, etcétera.

Fecha, costo aproximado y personal que hizo los estudios

El estudio definitivo fue iniciado el año 1900 por el ingeniero don Ascencio Astorquiza y fue terminado por el actual inspector general de ferrocarriles ingeniero señor Alejandro Guzmán S. y por el ingeniero señor Alberto Decombe que terminó el estudio de la sección El Árbol a Pichilemu, hoy contratada con don Eugenio Bobillier.

El costo total de los estudios imputado a toda la sección Alcones a Pichilemu desde el año 1900, asciende a \$135.595,36, distribuidos entre personal técnico, jornales y gastos generales.

Fecha en que se inició la construcción

Ésta empezó el 26 de noviembre de 1900 por la sección Alcones al Cardonal contratada por decreto número 2.277 del 31 de agosto de 1900 con el señor Víctor Romero Silva.

Forma en que se han hecho y se siguen los trabajos

Los trabajos se iniciaron, como se ha dicho, por la sección Alcones al Cardonal por contrato a suma alzada que ascendía a \$295.000 y en un plazo de 365 días corridos. El primer contratista que trabajó en esta sección fue don Víctor Ro-

mero Silva. Liquidado este contrato por no cumplir con las estipulaciones establecidas, después de 2 años de trabajo, con las prórrogas, se mantuvieron las faenas por administración mientras se pedían nuevas propuestas; estos trabajos por administración tuvieron más bien el carácter de conservación de las obras iniciadas, cuyo abandono hubiera perjudicado su prosecución como habría pasado en el túnel de La Viña. Pedidas las nuevas propuestas para toda la sección de Alcones a El Árbol le fueron adjudicadas al señor Julio Aninat Serrano que trabajó con más empeño y mejor éxito que el contratista iniciador. La propuesta Aninat ascendía a \$829.380 papel y \$64.860 oro, era por suma alzada y tenía de plazo 540 días corridos. Este contrato, después de dos años y medio de trabajos, fue revisado, fundándose en que la situación económica había cambiado por causas del terremoto de agosto de 1906 y otros considerandos alegados por el señor contratista, aumentándose los precios de las obras y cambiando la naturaleza del contrato que pasó a ser de precios unitarios. Este contrato es el que rige todavía y debe entregar las obras terminadas el 11 de enero de 1910. Este nuevo contrato revisado asciende a \$821.200,47, moneda corriente, y tiene un plazo de 20 meses corridos, con fecha inicial de 11 de mayo de 1908. El fisco proporciona al señor Aninat una locomotora y 16 carros lastreros para la ejecución de la construcción, sin remuneración alguna.

El contrato de ejecución del túnel de El Árbol fue dado a don José Pedro Alessandri, quien lo aceptó con una rebaja de 20% sobre los precios unitarios oficiales. El plazo primitivo fue de 4 años.

Los trabajos se iniciaron el 3 de diciembre de 1900 y ésta fue la fecha inicial del plazo. El señor Alessandri debía mantener en faenas 250 operarios, número que fue sobrepujado, llegando a tener 282 hombres sólo en el túnel, fuera de los operarios que trabajaban en los accesos. Fueron subcontratistas autorizados de esta obra los señores Sotovia y Gandulfo que eran competentes profesionales en esta clase de trabajos. El largo de esta construcción es de 1.950,40 metros.

La perforación de esta importante obra de arte se hizo por máquinas de aire comprimido, trabajando por ambas bocas a la vez, habiendo juntado las galerías el 11 de mayo de 1904 con un notable acierto en la conjunción del eje del túnel. Este trabajo fue hecho bajo la vigilante inspección del ingeniero jefe don Alejandro Guzmán S., quien controlaba personalmente el eje todos los meses en el avance.

En general el trabajo se hizo sobre roca compacta y a veces muy dura. El túnel está revestido totalmente con espesores variables de 0,60 a 1,20 metros; la mayor parte de este revestimiento se hizo con la piedra del mismo túnel y también de una cantera situada a 200 metros de la boca oriente.

El valor total de esta obra fue de \$1.704.819,24 moneda corriente, o sea, \$874,10 por metro corrido.

A cada lado del túnel se instaló una compresora de aire accionada por su motor de 30 HP de fuerza; en cada una accionaba 4 perforadoras New Ingersoll y aun 5; pero con dificultad. La presión del aire era de 4,5 atmósferas y se almacenaba en un recipiente de donde era conducida a las perforadoras por cañerías de fierro de 2 pulgadas.

El vapor lo daban dos calderas tubulares timbradas a 120 libras de presión. Los taladros variaban de 0,60 a 2,60 metros de largo y su diámetro de 2 pulgadas a 1,25 respectivamente.

El consumo de carbón fue de una tonelada por un avance medio de 1,20 en la galería de avance; en el resto fue de ½ tonelada por 7 a 8 metros cúbicos de excavación en roca.

Las filtraciones fueron abundantes dentro del túnel.

El avance medio de la obra terminada fue de 0,93 m.

El plazo definitivo con las prórrogas fue de 5 años y 10 meses.

En octubre de 1906 se hizo la liquidación final entre el fisco y el señor contratista don José Pedro Alessandri.

El monto de lo gastado en inspección técnica de todos estos trabajos hasta el 31 de octubre de 1909 alcanza a \$304.008,81, y los trabajos suman hasta la fecha \$3.322.300 moneda corriente más \$89.300 oro, que con un premio de la época, de 35% da un gran total de \$3.451.800 moneda corriente. Esto da un 8,8% para los gastos de inspección técnica hasta el 31 de octubre de 1909.

La casi totalidad del monto de las expropiaciones no se ha pagado a los interesados.

La nueva sección de El Árbol a Pichilemu con una longitud de 27,5 kilómetros, cuyo contrato se acaba de dar al señor Eugenio Bobillier y cuyo monto alcanza a \$3.576.000 oro de 18 d. con un plazo de 4 años, que debe contarse desde el 16 de septiembre de 1909, recién empieza a trabajarse.

Capítulo II

Características técnicas y obras
de mayor importancia

Trocha

La trocha de este ferrocarril es de 1,68 metros y fue adoptada porque es la misma que tienen los 85 kilómetros construidos desde hace años entre San Fernando y Alcones.

Longitud

El desarrollo de la vía entre Alcones y Pichilemu es de 38,400 kilómetros. Los desvíos de las estaciones de Cardonal, El Lingue, El Puesto y Pichilemu suman 5,000 kilómetros aproximadamente. En esta línea no se han proyectado desvíos de seguridad.

Tipo de riel usado

El tipo usado es el riel llamado normal con peso de 38,5 kilos por metro corrido. En la nueva sección de El Árbol a Pichilemu se ha proyectado la vía con sillas de asiento y detención, que no tiene la primera sección de Alcones a El Árbol y que ya debe ser considerada como línea de montaña.

Número de durmientes por kilómetro

Éste es de 1.209 por kilómetro para la primera sección de Alcones a El Árbol, o sea, 11 por collera de riel de 9,14 metros. En la segunda sección de El Árbol a Pichilemu la vía lleva 1.250 por kilómetro, con rieles de 12 metros.

Número y nombre de las estaciones y paraderos

Las estaciones y paraderos de este ferrocarril de Alcones a Pichilemu son 4, distribuidas como sigue: estación de Cardonal, a 5 kilómetros de Alcones; servirá las haciendas de Alcones, perteneciente al Arzobispado de Santiago; San Miguel de las Palmas de la sucesión de don Luis Pereira y San Antonio de Petrel de don Daniel Ortúzar y pequeños propietarios colindantes de Cardonal y sus alrededores. Enseguida viene el paradero de El Lingue, en el kilómetro 13,500 a la salida del túnel de El Árbol, paradero de aguada; servirá únicamente a la hacienda de El Puesto de la sucesión Iñiguez Larraín y pequeños propietarios colindantes. Estación de El Puesto en el kilómetro 27 situada dentro de la hacienda del mismo nombre; servirá además a las pequeñas poblaciones de Ciruelos, Alto de Ramírez, Pumanque, Paredones, etc. y, por último, Pichilemu, estación de término de este ramal; servirá también a las Salinas de Cahuil.

Curvas y pendientes

Las curvas de radio mínimo son de 200 metros, sólo hay 4 con este radio. Las demás curvas varían de 200 a 2.000 metros de radio.

La pendiente límite autorizada es de 2%; en ninguna parte del trazado pasa de esa cifra.

La distancia entre curvas de distinto sentido es bastante variable, a causa de lo quebrado del terreno y de las bruscas transiciones de la topografía. El carácter general del terreno atravesado es de puntillas agudas y quebradas hondísimas, habiendo terraplenes de 30 metros de altura (kilómetro 15).

La distancia mínima entre curva y contra curva es aproximadamente de 20 metros: pero es sólo en un punto.

Longitud en recta y en curva

El kilometraje de las curvas del trazado es de 17,354 kilómetros y el de las rectas 21,046 kilómetros, o sea, el 45% para las curvas.

Longitud total de los niveles

La longitud total de los niveles es de 7.154,50 kilómetros.

Obras de mayor importancia

Estas obras son las siguientes: túneles de La Viña y de El Árbol (terminados), del Quillay (número 1); número 4 y número 5 (túnel del Águila). Los números 2 y 3 parece que serán suprimidos, pudiendo hacerse 2 variantes económicas; quedarán entonces sólo 5 túneles con una longitud de 2.665 metros. Vienen Enseguida los

puentes y pontones que son tres sin contar los pasos inferiores y superiores: pontón de El Chivato de 8 metros de luz, de albañilería con muros en ala; viene enseguida el puente San Miguel de 30 metros de luz con infraestructura de albañilería y superestructura metálica y, por último, el puente para la laguna de Petrel de 30 metros y de superestructura metálica. Todos estos puentes son de carácter definitivo.

El costo del pontón de El Chivato fue de \$72.017,30 moneda corriente y el del puente San Miguel será de \$178.163,09 moneda corriente.

El costo del túnel de La Viña será de 333.329,56 moneda corriente con una longitud de 323,30 metros, lo que da por metro corrido: \$1.332. Este precio, más alto que el del túnel de El Árbol se debe a los numerosos derrumbes que se han producido por ser el cerro de tierra muy deleznable, produciendo atrasos y exceso de gastos.

El valor del túnel de El Árbol hemos visto que ascendió a \$1.704.849,24 moneda corriente con un largo de 1.950,40 metros, lo que da \$874,10 para el valor del metro corrido. Este túnel está hecho casi en su totalidad en roca dura.

JOSÉ ANTONIO VADILLO.
INGENIERO JEFE

FERROCARRIL DE MELIPILLA A SAN ANTONIO

Reseña histórica

Ubicación del ferrocarril

En el año 1890 el señor Joaquín Villarino, jefe de una comisión de ingenieros, hizo los primeros estudios para ubicar el trazado del ferrocarril de Melipilla a San Antonio. El señor Villarino hizo su trazado siguiendo el camino público a San Antonio: llega al río Puangue con una gradiente suave y sube la cuesta de la Sepultura con una gradiente hasta de un 2%. Pasado este punto continúa la línea por terrenos más o menos planos, siempre orillando el camino público, toma la quebrada de Llolleo y llega a San Antonio atravesando las dunas situadas a la orilla del mar.

Estos estudios quedaron inconclusos y paralizados por la revolución de 1891.

Después, en el año 1900, el ingeniero señor Vergara Montt hizo un nuevo estudio para ubicar el trazado de este ferrocarril siguiendo el río Maipo y la orilla del mar hasta llegar a San Antonio. Pero el estudio de este trazado, aunque con una gradiente inferior al del señor Villarino, resultó 12 kilómetros más largo que aquél y con un gasto mucho mayor que el trazado por la Sepultura; lo cual influyó en el ánimo del gobierno para llevar el ferrocarril a San Antonio conforme el trazado del señor Villarino, rectificado y mejorado por el ingeniero don Emilio Recart.

Zona que servirá

Conocido es el gran recargo de flete que grava a los productores de Santiago, Melipilla y la provincia de O'Higgins, para dar salida a sus especies por la vía marítima siguiendo el ferrocarril de Santiago a Valparaíso; recargo que disminuiría en una tercera parte del valor, si dichos productos siguieran por la vía de Santiago a San Antonio.

De aquí que el ferrocarril de Melipilla a San Antonio servirá las zonas comprendidas entre las estaciones de Quilicura y Requínoa del valle central y la recorrida por el ramal de Santiago a San Antonio. Hay que tener en cuenta que San Antonio es el puerto más cercano de Santiago (113 kilómetros) y que los gastos de transportes por ferrocarril desde San Antonio a Santiago serán la mitad de los de Santiago a Valparaíso.

Fechas, personal que hizo los estudios y costos aproximados

La primera comisión de ingenieros hizo estudios del ferrocarril de Melipilla a San Antonio en el año 1890 bajo la dirección del ingeniero señor Joaquín Villarino cuyos trabajos, como se ha dicho anteriormente, quedaron inconclusos y paralizados por la revolución de 1891. Después, desde mayo de 1900 hasta marzo de 1902, continuaron los estudios preliminares, actuando como jefe de la comisión primeramente el señor ingeniero don Enrique Vergara Montt y después de 1901 en adelante, el ingeniero don Emilio Recart.

El valor de lo invertido en los estudios preliminares asciende a \$40.581,47.

En agosto de 1902 empezaron los estudios definitivos bajo la dirección de don Emilio Recart, y en 1905 siguió como ingeniero jefe el infrascrito.

El monto total aproximado de estos estudios asciende a la suma de \$76.000,00 moneda corriente.

1ª sección Melipilla a Puangue: 13.390 kilómetros

Fecha en que se inició la construcción.

Forma en que se ha hecho y contratistas

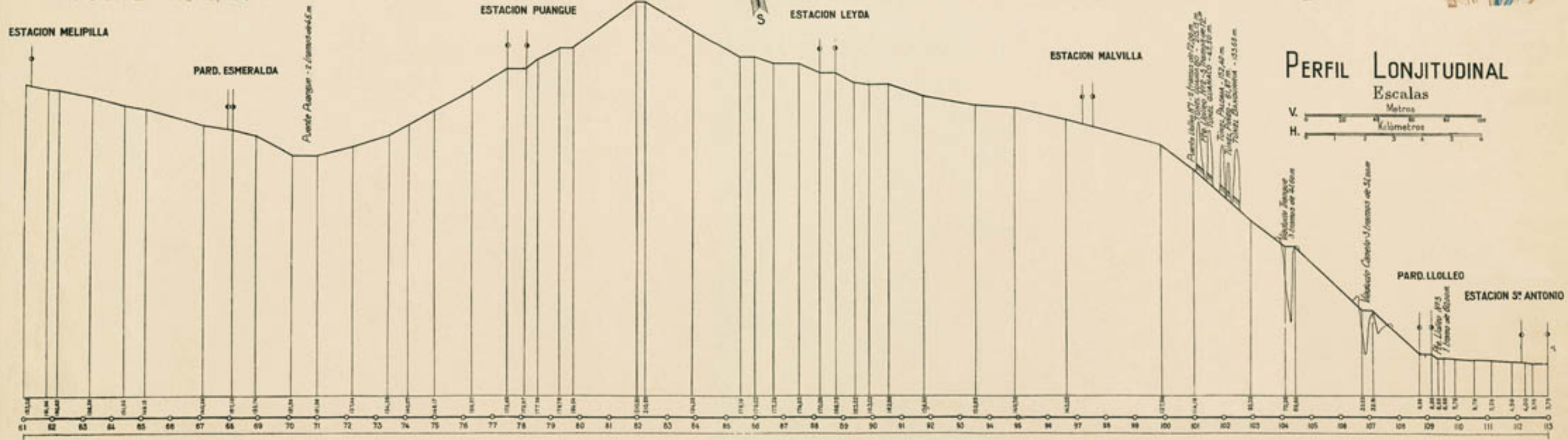
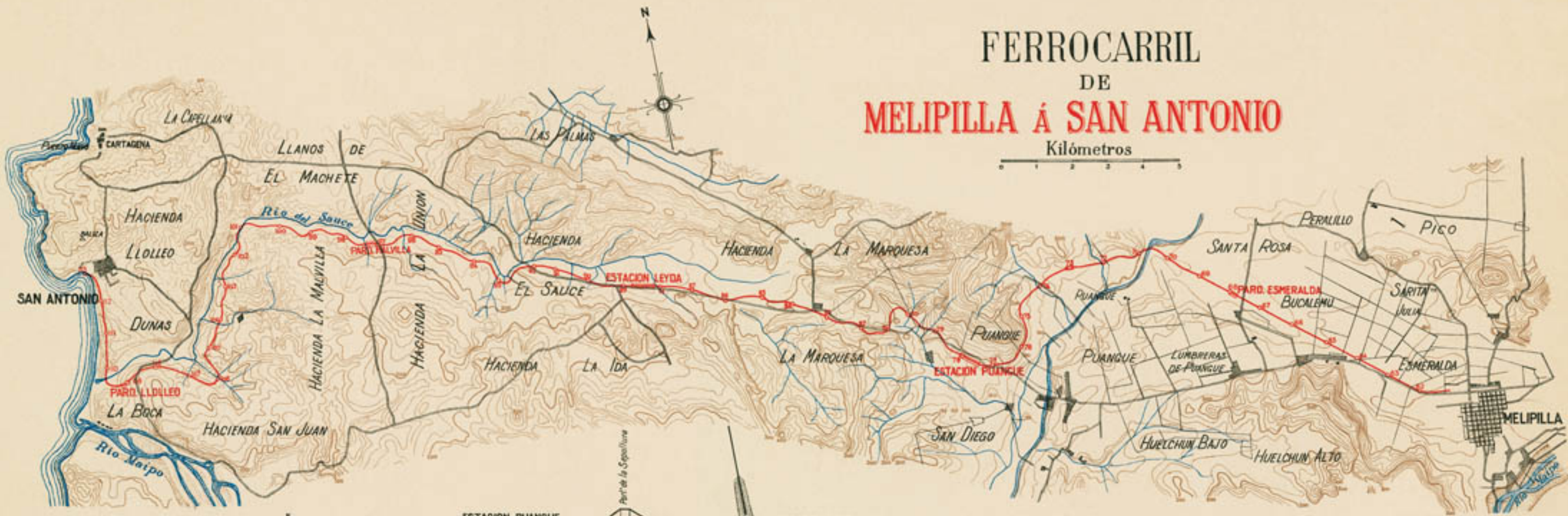
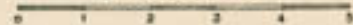
Los trabajos de construcción de esta sección se iniciaron el 12 de octubre de 1903. El contratista don Benjamín Vivanco tomó esta sección por el precio alzado de \$525.000,00 moneda corriente y \$240.000,00 oro de 18 peniques en el plazo de 540 días corridos; pero hubo de rescindir el contrato el 21 de octubre de 1905 debido a los precios bajos. La liquidación del contrato Vivanco asciende a la suma de \$424.473,28.

Hasta el mes de abril de 1906 quedaron paralizados los trabajos de construcción. Desde esta fecha se siguió trabajando por administración y por pequeños contratos parciales con precios unitarios.

En la sección Melipilla a Puangue trabajaron los contratistas:

FERROCARRIL DE MELIPILLA Á SAN ANTONIO

Kilómetros



<i>Contratistas</i>	<i>Largo contratado</i>	<i>Naturaleza del contrato</i>	<i>Plazo (meses)</i>	<i>Monto</i>
	<i>km</i>			
Tristán Arancibia	11,020	Movimiento de tierras y lastradura	8	27.542,81
Narciso Bravo	11,020	Obras arte	10	3.969,92
Salvador Gandulfo	2,370	Infraestructura	12	37.713,67
				\$ 69.226,40

Los contratistas Arancibia y Bravo rescindieron también sus contratos y los trabajos se terminaron por administración hasta la estación de Puangue.

La liquidación de los contratos Arancibia y Bravo es la que figura como monto del contrato en el cuadro precedente.

Esta sección se entregó a la explotación provisoria el 16 de diciembre de 1907.

*Segunda sección Puangue a Leyda:
5,215 kilómetros*

En esta sección se iniciaron los trabajos el 1 de abril de 1906 por cuatro contratos parciales con precios unitarios y por administración.

Los contratistas que tomaron parte en la construcción, la naturaleza, plazo y monto de sus contratos son los siguientes:

<i>Contratistas</i>	<i>Largo contratado</i>	<i>Naturaleza del contrato</i>	<i>Plazo (meses)</i>	<i>Monto</i>
José Reginato	km 3,990	Infraestructura	18	553.233,77
Manuel Jul	3,620	Ídem	20	601.454,83
Manuel Jul	2,000	Ídem	12	46.879,14
Manuel Jul	5,605	Ídem	12	100.226,92
				1.301.794,66

En el último contrato el señor Jul terminó los trabajos 97 días antes del plazo y obtuvo una prima de \$4.850,00.

La explotación provisoria de esta sección empezó el 1º de octubre de 1908.

*Tercera sección Leyda a San Antonio:
23,435 kilómetros*

En el mes de marzo de 1908 empezaron los trabajos de esta sección, la más difícil de toda la línea por la importancia de las obras de arte que hay en ella; pues hay tres túneles naturales y dos artificiales, dos viaductos, Tranque y Canelo tres puentes metálicos sobre el Llolleo, muros de sostenimiento, cortes y terraplenes de importancia; además, una gran extensión de enrocado a la orilla del mar al llegar a San Antonio.

Los contratistas de esta sección son:

<i>Contratistas</i>	<i>Largo contratado</i>	<i>Naturaleza del contrato</i>	<i>Plazo (meses)</i>	<i>Monto</i>
Manuel Jul	km. 10,645	Infraestructura	27	478.357,99
José Reginato	3,750	Id	33	1.066.557,13
Ídem Ídem	0,829	Derrumbes	12	279.680,00
Ídem Ídem	8,000	Infraestructura	15	260,320,00
Fábrica Augsburg y Nürnberg	60 m	2 puentes sobre Llolleo	12	<i>Marcos</i> 21.349,79
Ídem Ídem	345 m	Viaduc. Tranque-Canelo	12	£ 43.525,00
Ídem Ídem	60 m	Puente sobre Llolleo	6	Oro 18 d \$ 88.022,00

El contrato Jul y el primer contrato Reginato de esta sección se terminaron en 460 y 488 días, respectivamente, antes del plazo estipulado, por lo cual se les gratificó con \$58.500,00 al primero y \$140.400,00 al segundo.

La parte de esta sección comprendida entre Leyda y Malvilla (km 97,400) se entregó a la explotación provisoria el 10 de mayo del presente año.

En los trabajos por administración directa (enrielladura, castradura, edificios, cierre de la línea y telégrafo, aguas, etc.) han trabajado contratistas parciales.

El monto de lo pagado por administración directa asciende a \$1.342.699,18.

Lo gastado en inspección técnica hasta la fecha asciende a \$405.700,26.

El valor de lo expropiado, desde Melipilla a Leyda (28,605 km) es de \$45.739,50.

Resumiendo lo gastado hasta la fecha en este ferrocarril y los gastos probables que aún se originarán, tendremos:

En moneda corriente

Valor de obra hasta la fecha	\$ 6.492.674,38
Valor de la inspección hasta la fecha	\$ 405.700,26
Valor de las expropiaciones hasta la fecha	\$ 45.739,50
Valor probable de obra por ejecutar	\$ 500.000,00
Valor probable de inspección	\$ 70.000,00
Valor probable de expropiaciones hasta San Antonio	\$ 600.000,00
	\$ 8.114.114,14

En oro

Valor de los puentes número 2 y 3 sobre el Llolleo	DM 21.342,79
Valor de los viaductos Tranque y Canelo	£ 43.525,00
Valor del puente número 3 sobre el Llolleo, en oro de 18 peniques	88.022,00
Valor probable de las obras por ejecutar en la estación de San Antonio, oro 18 d	300.000,00
o aproximadamente \$982.350 oro de 18 d.	

Características técnicas y obras de mayor importancia

Trocha

La trocha de este ferrocarril es de un metro sesenta y ocho centímetros (1,68 m).

Longitud

De vía principal 53 kilómetros y de desvíos 6,500 kilómetros.

Tipo de riel usado

Treinta y ocho y medio kilogramos por metro corrido de 12 m. y 11 m. 896 de largo.

Número de durmientes por kilómetro

El número de durmientes empleados por kilómetro es de 1.417.

Número y nombre de las estaciones y paraderos

Las estaciones, desde Melipilla hasta San Antonio inclusive, son 6, cuyos nombres son los siguientes:

	<i>Kms</i>
Esmeralda	68
Puanguí	78
Leyda	88
Malvilla	97
Llolleo	109
San Antonio	114

Curvas y pendientes límites

En las curvas el radio límite ha sido de 200 metros y en las inclinaciones la pendiente límite 15,5 milímetros por metro.

Distancia mínima entre curvas de distinto sentido

La distancia entre las curvas de distinto sentido es de 50 metros, como mínimo.

Longitud total de niveles

La longitud total de los niveles de es 5 kilómetros 916 metros.

Obras de mayor importancia

Dos túneles naturales y tres artificiales con una longitud total de 14 metros; dos viaductos, El Tranque con 145 metros de luz y una altura de 51 metros encima de la quebrada, y El Canelo con 200 metros de luz. Estas obras son de carácter definitivo.

El valor de los túneles asciende a \$710.800,00; el del viaducto El Tranque a £16.463 y el del viaducto El Canelo a £27.062.

FABIÁN LARY
INGENIERO JEFE

DE SAN BERNARDO A EL VOLCÁN

Reseña histórica

La construcción de este ferrocarril tiene por objeto principal dar mayor desarrollo a la explotación de las minas que, en abundancia, existen en el interior del cajón del río Maipo, existiendo ya un establecimiento de importancia en El Volcán.

El proyecto arranca, en la actualidad del ferrocarril central, en la estación de San Bernardo, capital del departamento de la Victoria, dentro de cuyo departamento queda ubicado el recorrido total del ferrocarril de que se trata. Además, existe el proyecto de unirlo con el ferrocarril de Melipilla, a fin de dar salida directa al puerto de San Antonio, a los productos que acarree este ferrocarril.

Saliendo de San Bernardo, hacia el Este, el trazado atraviesa parte del valle central hasta el ferrocarril del Llano de Maipo, cruzándolo con un paso a nivel en el pueblo de Puente Alto, e internándose después en el cajón del río Maipo.

En su trayecto, recogerá los productos de los siguientes puntos principales: en el valle central, cereales, forrajes, vinos, etc., que se cosechan en abundancia en los Bajos de Mena y alrededores de Puente Alto y, además, fomentará el desarrollo de las industrias de tejidos y papeles que existen ya en Puente Alto.

En el cajón de Maipo, desde Puente Alto hasta la villa de San José, recorre una zona agrícola de regular importancia, atravesando los fundos de La Esperanza, San Juan del Peral, Canelo, Manzano, Los Peumos y San José de Maipo, cuyos productos principales son los forrajes y cereales.

La villa de San José de Maipo, a una altitud de 970 metros sobre el nivel del mar, goza de un clima privilegiado que atrae durante todo el año una corriente numerosa de enfermos que van a buscar allí alivio y mejoramiento a sus males; es de suponer que el ferrocarril acrecentará sensiblemente dicha corriente, teniendo así una entrada segura en el movimiento de pasajeros.

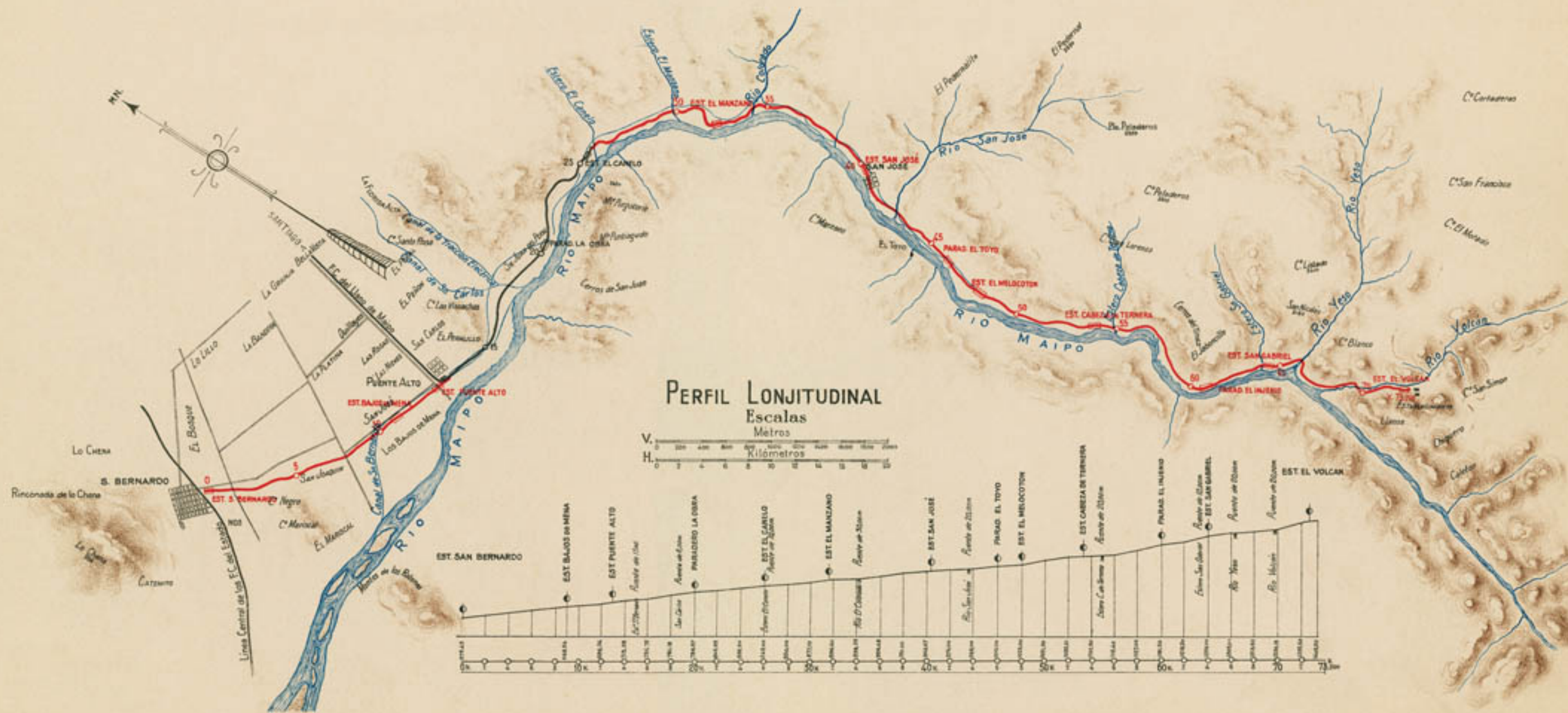
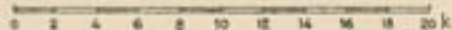
La zona de San José a El Volcán no tiene importancia agrícola, pues, los terrenos de regadío se dedican exclusivamente a forraje para el ganado que se interna de la República Argentina; el ferrocarril favorecerá sólo a la producción minera, de bastante importancia en la actualidad, y que, seguramente, tomará mucho mayor impulso y desarrollo con el ferrocarril.

Estudios

El trazado del ferrocarril ha sido objeto de varios estudios. En 1901, estudió el trazado el ingeniero don Alberto Lira O.; en 1902, fue jefe de comisión el ingeniero

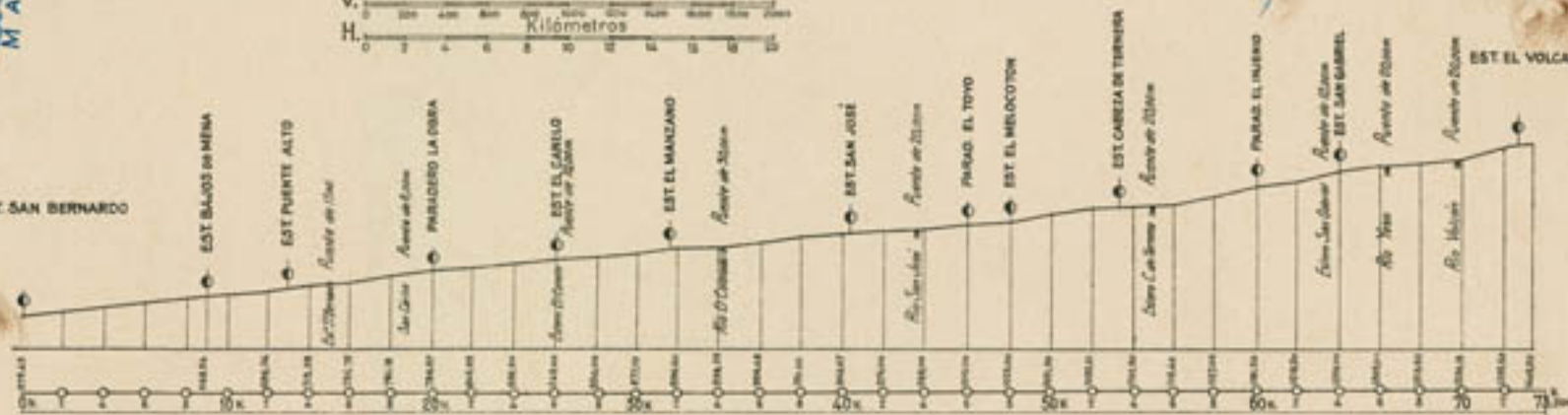
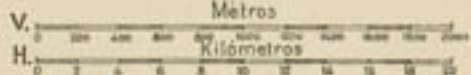
FERROCARRIL DE SAN BERNARDO A EL VOLCÁN

Kilómetros



PERFIL LONGITUDINAL

Escalas



don Santiago Muñoz, quien siguió el estudio anterior por la ribera sur del río Maipo.

En 1903, se hizo cargo de la comisión el ingeniero don Eduardo Barriga, estudiando el trazado por la ribera norte del río Maipo, y entregó el anteproyecto el 30 de diciembre del mismo año, acompañando un estudio comparativo de los diversos trazados posibles, que arroja los siguientes resultados:

Ribera norte

Trocha de 1,00	costo aproximado \$ 2.163.274,00
Trocha de 0,60	costo aproximado \$ 1.203.357,00

Ribera sur

Trocha de 1,00	costo aproximado \$ 2.317.676,00
Trocha de 0,60	costo aproximado \$ 1.411.932,00

Del examen del costo de los diversos trazados, se ve que el trazado más económico es el de un ferrocarril de trocha de 0,60 m construido por la ribera norte del río Maipo, con una longitud total de 74 kilómetros.

En vista de este resultado, se procedió, por administración, al estudio definitivo en el año 1904, bajo la dirección del ingeniero primero don Ruperto Echeverría, continuándolo ese mismo año el ingeniero don Gabriel Quiroz, que dejó colocado el estacado hasta el kilómetro 32, con el estudio definitivo y proyectos correspondientes.

Desde este punto hasta El Volcán, se contrató el 8 de febrero de 1907, con el ingeniero don Adalberto Rojas Alvarado, el estudio estacado y proyectos respectivos, que entregó terminados en noviembre de 1908, con un costo de \$86.609.650 m/c.

Construcción

El ferrocarril está dividido en 4 secciones:

	<i>Long. km</i>
1ª sección de San Bernardo a Puente Alto	12.710,00
2ª sección de Puente Alto a El Canelo	13.054,00
3ª sección de El Canelo a El Melocotón	22.493,11
4ª sección de El Melocotón a El Volcán	25.020,00
	73.277,11

La primera sección está sin estudio definitivo ni construcción.

La construcción de la segunda sección se contrató, el 15 de julio de 1906, con el Sindicato de Obras Públicas, por la suma alzada de \$187.750,00 moneda corriente y \$55.800,00 oro de 18 d, fijándose un plazo para el término de las obras de 400

días corridos. Habiéndose acordado la liquidación de los contratos celebrados con el Sindicato de Obras Públicas, con fecha 18 de febrero de 1908, se prosiguieron los trabajos por administración, bajo la dirección del ingeniero jefe don Ricardo Martínez, el cual se retiró a fines de julio de 1909, siendo reemplazado por el infrascrito. A la fecha, los trabajos de esta sección están aún inconclusos, y quedarán terminados, aproximadamente, en febrero de 1910.

La sección de El Canelo a El Melocotón fue contratada con los señores Corte y Cía., por la suma alzada de \$754.384,30 oro de 18 d., debiendo ejecutar los trabajos en un plazo de 18 meses corridos, siendo la fecha inicial de los trabajos el 15 de abril de 1909. Los trabajos de esta sección se llevan con regularidad, y deberán quedar terminados el 15 de octubre de 1910.

Para la sección de El Melocotón a El Volcán, cuyo presupuesto oficial es de \$1.305.216,14 moneda corriente y \$165.138,81 oro de 18 d, se han abierto recientemente las propuestas, pero no se ha resuelto nada aún.

La construcción de las dos últimas secciones tiene por base el estudio Rojas Alvarado.

Costo

El costo del ferrocarril puede descomponerse como sigue:

	<i>Inspección y Policía</i>	<i>Expropiaciones</i>	<i>Construcción</i>	
			<i>m. corriente oro 18 d</i>	
1ª sección San Bernardo A Puente Alto	—	—	—	—
2ª sec. Puente Alto a El Canelo	Contrato Sind. O.P.	—	95.836,20	73.973,47
	Administración	hasta fin de novr.	32.000,30	18.862,39
		para term.	6.000,00	—
3ª sección El Canelo a El Melocotón	48.000,00	32.242,75	—	764.384,30
4ª El Melocotón a El Volcán	—	—	1.305.216,14	165.138,81
TOTAL	86,000,00	51,105,14	1.837,420,38	1003,496,58

Características técnicas y obras de mayor importancia

<i>Trocha</i>		0,60	m
<i>Longitud</i>	Vía principal (aprox.)	73.277,11	m
	Desvíos y estaciones	3.648,62	m
	Longitud total	76.925,73	m

Tipo de riel usado

Riel de acero de ocho metros de largo, con peso de 15,15 kilogramos por metro lineal, tipo de la Dirección General de Obras Públicas; con 13 durmientes de 1,30 m x 0,20 x 0,125, por collera, lo que da un total de 1.625 durmientes por kilómetro.

Estaciones y Paraderos

Estación San Bernardo	km	0,0000
Estación Bajos de Mena		8,980
Estación Puente Alto		12,780
Paradero La Obra		21,600
Estación El Canelo		25,600
Estación El Manzano		31,620
Estación San José de Maipo		40,620
Paradero El Toyo		46,150
Estación El Melocotón		48,140
Estación Cabeza de Ternera		53,150
Paradero El Ingenio		60,860
Estación San Gabriel		63,800
Estación El Volcán		73,200

Curvas y pendientes límites

El radio mínimo admitido en la línea es 50 metros, siendo la distancia máxima entre curvas de distinto sentido de 11,57 metros. La mayor pendiente es 3%.

<i>Longitud en rectas y en curvas</i>	<i>Rectas</i>	<i>Curvas</i>
San Bernardo a Puente Alto*	–	–
Puente Alto a El Canelo	11.057,95	2.090,11
El Canelo a El Melocotón	16.535,95	5.917,32
El Melocotón a El Volcán	18.186,62	6.833,38
TOTAL	45.780,52	14.840,81

Longitud total de niveles

San Bernardo a Puente Alto*	–
De Puente Alto a El Volcán	14.401,90

Obras de mayor importancia

Las obras de importancia de este ferrocarril son muy pocas; las que podrían citarse como tales son los puentes metálicos sobre los ríos Manzano, Colorado, San José, Cabeza de Ternera, Yeso y Volcán que tienen una luz de 20 metros, exceptuando el puente Colorado, de 30 metros de luz; todos de un solo tramo. Todos estos puentes son de carácter definitivo, estribos de albañilería, y viga metálica de acero, tipo de la Dirección de Obras Públicas.

* No hay datos del tramo San Bernardo a Puente Alto, pues nunca se construyó.

Los más importantes son los puentes Manzano, Colorado y Cabeza de Ternera, en los cuales, las alturas de 12,22 y 16 metros, respectivamente sobre el nivel de las aguas, han obligado a proyectar los estribos como una prolongación del puente, con arcos de albañilería de 8 metros de luz y perdidos en los terraplenes.

El costo de estas obras es el siguiente:

Puente Manzano (precio de ejecución)	\$ 29.398,90	oro de 18 d
Puente Colorado (precio de ejecución)	\$ 34.988,32	oro de 18 d
Puente Cabeza de Ternera (p.d. prsup.)	\$ 62.631,06	m.c.
	\$ 5.274,12	oro de 18 d

Todas las obras de la línea, previstas, son de carácter definitivo.

JULIO DE MANGEL.
INGENIERO JEFE

F.C. DE RAYADO A PAPUDO

Antecedentes

La necesidad de dar fácil salida a la costa a los productos de los valles de La Ligua y Petorca, dio lugar en 1887 a los primeros estudios de un ferrocarril que, pasando por La Ligua, uniera el puerto de Papudo con la ciudad de Petorca.

Posteriormente, construido el ferrocarril de Calera a Cabildo y resuelta la prolongación del *Longitudinal* de Cabildo al norte, el ferrocarril a Papudo quedaba impuesto como un ramal importante del longitudinal. El ingeniero don Eduardo Barriga, comisionado en 1904 para practicar estos estudios, fijó como arranque el paradero de Rayado, situado a 2 kilómetros de la estación de Ligua y a 49 de La Calera, dejó bastante avanzados los estudios que, más tarde, fueron terminados por el ingeniero don Carlos Prado A.

Autorizada la construcción en el año 1908, fue iniciada el 11 de diciembre del mismo año.

Importancia del ferrocarril

La carga de salida, desde Catapilco hasta el valle de Petorca, zona de 80 kilómetros de longitud, en su mayor parte, está destinada a la exportación o al cabotaje. Esta carga, que actualmente sigue la vía Rayado-Calera-Barón con un desarrollo de 116 kilómetros y con el recargo de fletes y dificultades a que da lugar el transbordo en La Calera, será, sin duda, destinada al ramal de Rayado-Papudo, cuyo desarrollo de 24½ kilómetros ofrece una economía de más de 50% en los fletes.

Este movimiento de carga a costa de igual reducción en el ferrocarril en explotación a Calera, puede considerarse que también es conveniente para los intereses

INSERTAR RAYADO A PAPUDO
Y QUINQUIMO A TRAPICHE
017ENC

de la empresa, en vista de que las normas exageradas de aquel ferrocarril dan lugar a una explotación costosa que no proporciona utilidades.

Apreciando el movimiento de carga de salida que tiene el ferrocarril a La Calera y tomando en consideración el mayor impulso que dará a la agricultura y minería la prolongación del longitudinal en actual construcción, puede estimarse que al ramal a Papudo corresponderá un movimiento en la carga de salida no inferior a 55.000 toneladas al año.

Trazado

Arranca de Rayado con una curva de 120 metros de radio, en dirección al camino público que conduce de Ligua a Placilla, para desarrollarse por los faldeos que unen al valle del río Ligua, hasta llegar a Quinquino, kilómetro 6. Después de esta primera sección cuyo rumbo general es al oeste, el trazado se inclina al sur, para tomar el portezuelo de la Comadre, que da entrada al llano de las Vacas, y volver a seguir con rumbo al oeste, hasta llegar al mar.

En general la zona en que se desarrolla este ferrocarril corresponde a la cordillera de la Costa y, por lo tanto, ha dado lugar a un trazado sinuoso y a un perfil muy variable en sus declives.

Gradientes

Desde Rayado, con la cota 71,20, la rasante en secciones horizontales y pendientes máximas de 1½%, desciende hasta la cota 16,80, o sea, hasta el valle del río Ligua en el kilómetro 6. Desde este punto y después de un trozo horizontal de 460 metros, en el cual está ubicado el puente Jaururo, continúa con gradientes constantes de 1,8% y de 2% hasta llegar a la cota 80,74, o sea, hasta el portezuelo que da entrada al llano de Las Vacas, kilómetro 9,750. Enseguida desciende hasta el kilómetro 11,900 y con pendientes hasta de 1½% llega a la cota 59,12. Entre los kilómetros 12,260 y 15,600, la rasante en gradiente, llega a la cota 106,40, figurando un trozo de 420 metros con 2½% que corresponde a la gradiente máxima de la línea. Desde el kilómetro 15,600 hasta su término, estación Papudo, continúa en pendientes de hasta 2½% para llegar a la cota 5, altura a que está ubicada la estación.

Como se ve, la diferencia de niveles entre los puntos extremos es de 66,20 m, y existe una suma de contragradientes de 111,22 m.

Rectas y curvas

La longitud de la línea se descompone como sigue:

Rectas	km	17.417,21
Curvas		7.048,45
Desarrollo total	km	24.465,45

La proporción de las curvas sobre el desarrollo es de 28,8%.

Por la naturaleza accidentada del terreno, se han usado 60 curvas. El radio mínimo de 100 metros se ha empleado en 25 curvas que representan un desarrollo de 2.453 metros.

La distancia mínima entre curvas de distinto sentido es de m 39,36 m.

Trocha y plataforma

En conformidad con la trocha adoptada de Calera al norte para todos los ferr-carriles en actual construcción, corresponde a esta línea la de 1 metro. La plataforma tiene 5,90 m. de ancho en corte y 4,50 m. en los terraplenes. Los taludes de los terraplenes son de 3/2 y los de los cortes de 1/1 y 0,5/1.

Obras de arte

Las obras de arte proyectadas son las siguientes:

Puente Jaururo, de un tramo de 30 metros de luz, superestructura metálica, apoyada sobre estribos de albañilería.

Puentes Espinal y Tigre, cada uno de un tramo de 15 metros de luz. La superestructura metálica se apoya en estribos de concreto armado.

Puentecitos, de 0,60 a 4 metros de luz: 27

Alcantarillas, de 0,60 a 4 metros de luz: 26.

Vía permanente

La longitud total de la vía permanente alcanza a 25,945 kilómetros, incluyendo 1.480 metros de desvíos en las estaciones.

El riel es de 25,5 kilogramos por metro lineal, 10 metros de largo para las rectas; para las curvas se dispone de las longitudes 9,915 y 9,87 metros.

Los durmientes son de roble pellín y tienen 1,80 metros de largo por 0,20 y 0,125, están distribuidos en la proporción de 15 durmientes por cada collera de 10 metros.

Estaciones y paraderos

En el kilómetro 4, se ha proyectado la Estación de Placilla, con el objeto de servir a los 2.000 habitantes que constituyen las poblaciones de Chimba y Placilla, cuyo comercio es el proveedor de algunos fundos vecinos.

En el kilómetro 6, se ha proyectado el paradero de Quinquimo, impuesto por ser el punto más conveniente para proveer de agua a las locomotoras. Además, es el punto de arranque de un ramal de 15 kilómetros que con rumbo al norte, llega hasta inmediaciones del río Petorca y está destinado a servir una importante zona agrícola de ese valle.

La estación de Papudo es la más importante y, como estación de término, está dotada de todas las instalaciones necesarias para un buen servicio. Además, queda

unida por un ramal de 1.050 metros con el muelle en actual construcción y destinado al servicio del ferrocarril.

Muelle de Papudo

El muelle de Papudo consta de un puente de doble vía, trocha de 1 metro y de un cabezo normal orientado de norte a sur. El largo total es de 37,30 metros, incluida la longitud de 9,60 que corresponde al cabezo. El ancho del puente es de 7,08 metros para dejar libre de los galibos un pasillo de 0,50 metro. El cálculo del puente se ha hecho con el tren tipo 1906, la entrevía con una carga de dos toneladas por metro cuadrado y las partes voladas del tablero con 1.200 kilos por metro cuadrado. El cabezo debe resistir a una carga de dos toneladas por metro cuadrado y a la acción de una grúa rodante en trocha de 1,435 y de tres toneladas de potencia. La infraestructura del muelle es de pilotes cruz, formada por dos fierros T 20/10. Los pilotes del cabezo están distribuidos en cinco filas, de las que las dos mar adentro, espaciadas de 1,50 metros, reciben la carga de la grúa que tiene un radio de acción de 6 metros.

Construcción

El procedimiento que hasta la fecha se ha seguido en la ejecución de los trabajos es de tratos parciales, fijando para cada sección contratada las cantidades de obras y los precios unitarios. Retenciones de 10% sobre los valores de las parcialidades ejecutadas mensualmente, responden a la buena ejecución de las obras y al cumplimiento del trato.

Como bases principales para el cálculo de fijar los precios unitarios, corresponden:

Operarios, promedio de jornal diario	\$ 3,30
Maestros de obras, promedio de jornal diario	\$ 6,25

El valor de materiales y herramienta, queda sometido al precio fijado en el comercio, según premio del oro.

El recargo para utilidades es de 15%.

Costo de la construcción

Estando próximas a su término las obras de movimiento de tierra y, en general, todas las que corresponden a infraestructura de la vía y estando adquirido en su totalidad el material de la vía permanente, se ha llegado a calcular con alguna exactitud que el costo kilométrico incluyendo, los edificios, ascenderá a \$65.000 moneda corriente.

Para este presupuesto se ha considerado el material contratado en oro de 18 d. con un recargo de 68%.

Los gastos de inspección técnica, durante los once meses corridos, ascienden a un total de \$33,403,65. Este total está formado por el sueldo del personal, gastos de policía y gastos generales de inspección técnica.

Tomando en consideración aquellas obras que más influyen en el presupuesto total y estableciendo la distribución proporcional por kilómetro, se obtienen los siguientes datos:

Cortes, por kilómetros	10,100 m ³
Albañilería: fundación, elevación y bóveda, por kilómetro	299 m ³

El precio medio para los cortes puesto, en terraplén o depósito, es de \$1,80 metro cúbico.

El precio medio para las albañilerías de piedra o concreto es de \$41,00 m³.

MANUEL PULIDO
INGENIERO JEFE

FERROCARRIL DE CHOAPA A SALAMANCA

I. Reseña general e histórica

Trazado

La sección en construcción de Choapa a Salamanca es la prolongación del ramal de Vilos a Choapa, de 58 kilómetros de longitud, el cual está en explotación desde el año 1899.

El trazado que nos ocupa arranca de la estación Choapa y sigue por la orilla sur del río Choapa hasta Limáhuida en el kilómetro 6, punto donde se interna unos 700 metros en el valle del mismo nombre para atravesar allí el estero con un puente metálico de 30 metros de luz en el kilómetro 7,340.

En la estación de Limáhuida empalma el *Ferrocarril Longitudinal*, de manera que éste aprovecha una sección de 6 kilómetros hasta Choapa, del ferrocarril que revistamos.

Pasado el estero, el trazado remonta la cuesta de Limáhuida para pasar el portezuelo llamado del Palqueal en el kilómetro 10,500 y bajar suavemente hasta el paradero de Los Loros en el kilómetro 14. Desde aquí el trazado sigue siempre por la orilla sur del río Choapa, por faldeos rocosos y quebrados hasta el kilómetro 19, punto donde el trazado se desvía algo al sur para dejar al norte los ríos Choapa y Camisas, ubicándose la línea en los faldeos de Tahuinco hasta el kilómetro 21, desde cuyo punto sigue con poco movimiento de tierras hasta el kilómetro 23, donde se franquea la puntilla del Jote para pasar luego el estero de Camisas con un puente de 60 metros, con 3 tramos de 20 metros cada uno.

Pasado el estero el trazado sigue al pie de los faldeos del Tambo por potreros planos hasta la estación Salamanca, término del trazado, en el kilómetro 29,200.

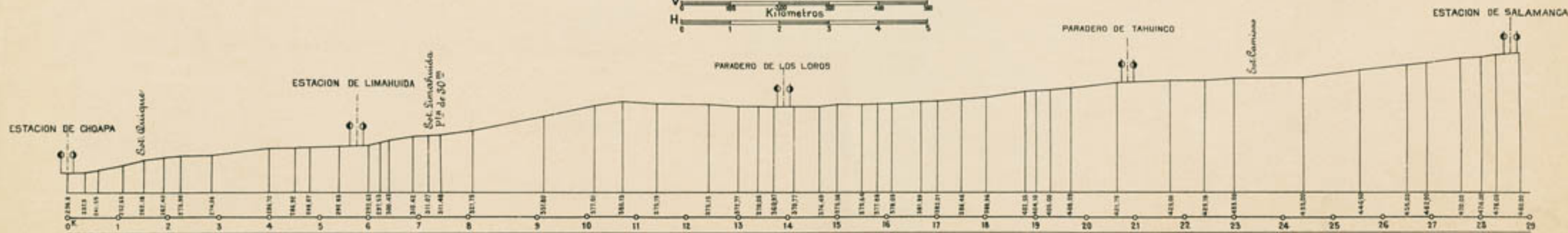
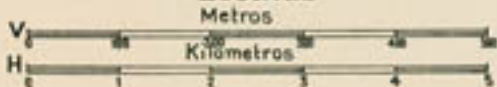
FERROCARRIL LONGITUDINAL DE CHOAPA À SALAMANCA

Kilómetros



PERFIL LONGITUDINAL

Escalas



La estación de término queda como a 1.500 metros de la población de Salamanca a consecuencia de no poderse atravesar el río Choapa en condiciones satisfactorias para la seguridad del tráfico, aun a costa de crecidos gastos. Se une la estación al pueblo por un camino carretero sobre el río.

Zona a que servirá

El ferrocarril de Choapa a Salamanca está llamado a servir el rico valle regado por el Choapa, donde se encuentran las haciendas siguientes:

Las Cañas, Limáhuida, Peralillo, Chuchiñi, Tahuinco, El Tambo, Las Casas y especialmente el pueblo de Salamanca de 1.600 habitantes. Desde Salamanca a la cordillera existen fundos valiosos muy apropiados para ganadería y cereales. Estos son: Llimpo, Cuncumen, Chillepin, Quelen, La Tranquila y Coirón. A inmediaciones de Salamanca existe el caserío de Chalinga, La Arboleda y la hacienda San Agustín, al lado norte.

Todos los fundos enumerados poseen terrenos regados de primera calidad, pues se produce toda clase de cereales, alfalfa y ganado mayor y menor. Existen además algunas minas de cobre, plomo y oro que por el momento no se explotan.

Estudios

El estudio de este ferrocarril data desde el año 1900 en que fue terminado el anteproyecto de esta sección, siendo ingeniero jefe don Julio Demangel. En septiembre de 1904 se terminó el estudio definitivo del ferrocarril, dirigido por el mismo.

A fines de 1905 el infrascrito fue comisionado para estudiar una variante desde el kilómetro 17,500 hasta la estación Salamanca por los faldeos de Tahuinco y Tambo, que estuviera libre de la acción destructora de los ríos Choapa y Camisas. Dicho estudio preliminar fue terminado en abril de 1906, y el estudio definitivo fue empezado a principios del presente año, encontrándose a la fecha terminado.

Comprende esta variante 11.300 kilómetros y fue la adoptada en la construcción, pudiéndose ver el trazado antiguo en el plano general, con línea punteada y al lado del camino público a Salamanca.

El trazado del ferrocarril de Choapa a Salamanca fue estudiado también por el lado norte del río Choapa y partía desde la estación de Pintacura en el ferrocarril de Choapa a Illapel. Pero este trazado fue desechado en vista de la resolución del Consejo de Obras Públicas de construir el *Ferrocarril Longitudinal* por la ruta actual, Cabildo, Limáhuida y con el fin de aprovechar los seis kilómetros que distan de Choapa a Limáhuida.

El costo de estos estudios puede estimarse en cuarenta mil pesos. Hay que hacer notar que los estudios de la variante se han hecho con el mismo personal que ha atendido la construcción del ferrocarril y que en el valor arriba señalado hay que incluir los reconocimientos de que se ha hablado.

*Formas en que se han hecho
y siguen los trabajos*

Los trabajos del ferrocarril de Choapa a Salamanca fueron contratados primeramente con los señores Nieto y C.^a, cuyo contrato fue rescindido por Decreto Supremo número 272 del 5 de marzo de 1907. En enero de 1909 fueron contratados por don Esteban Toro los 17,500 primeros kilómetros. La parte restante hasta Salamanca, 11,300 kilómetros, se inició por administración en mayo del presente año.

Analizaremos cada uno de estos trabajos en particular.

a) Contrato Nieto y C.^a

Los señores Nieto y C.^a contrataron el ferrocarril de Choapa a Salamanca en una extensión de 17,206 kilómetros por decreto supremo número 1.274 del 12 de mayo de 1905. El monto de la propuesta ascendía a 801.054,86 pesos moneda corriente, y 212.778,71 oro de 18 d. El presupuesto del contratista fue inferior en 6% al presupuesto oficial en moneda corriente y quedó el mismo en oro.

El plazo de ejecución se fijó en 870 días.

En el presupuesto en oro se incluyó el material de la vía, el cual se estipuló que sería entregado por el contratista, puesto en Choapa. Dicho material quedaría bajo la vigilancia del contratista, quien sería responsable de los perjuicios y pérdidas que sufriera durante la construcción de la línea.

El Estado se comprometía a entregar lo siguiente:

Los terrenos necesarios para el establecimiento de la vía, estaciones y demás dependencias.

Dos locomotoras y hasta 20 carros lastreros puestos en Choapa por los siguientes precios de arriendo al mes:

Por cada locomotora	\$ 100.000
Por cada carro	\$ 6.000

Estas cantidades le serían descontadas en cada situación mensual. Las principales obras que comprendía este contrato eran como sigue:

Movimiento de tierras

Cortes	234.000 m ³
Terraplenes	314.000 m ³
Empréstitos	80.000 m ³
Depósitos	32.000 m ³

Alcantarillas y puentecitos

Alcantarillas abovedadas de piedra bolón de 3,00 a 0,60 m. de luz... 58

Puentecitos de albañilería de piedra bolón, desde 1,50 a 0,60 m... 60

En los puentecitos se adoptaron vigas de madera de pino.

Puentes mayores

Dos puentes de 30 metros de luz con vigas de acero, en los esteros Limáhuida y Camisas.

Estaciones

Se proyectaron las estaciones de Limáhuida y Salamanca y los paraderos de Los Loros y Tahuinco.

Muros de sostenimiento y defensas de terraplenes

El proyecto contaba con 17 muros de sostenimiento y algunas defensas.

Precios unitarios del contrato

Creo útil señalar algunos precios unitarios, especialmente los que más han influido en el resultado del trabajo.

Metro cúbico de corte en terreno de cualquier naturaleza	\$ 0,55
Metro cúbico de terraplenes de cualquier clase	\$ 0,30
Metro cúbico de empréstitos	\$ 0,31
Metro cúbico de depósitos	\$ 0,19
Metro cúbico de excavaciones en seco o con agot. a mano	\$ 0,49
Metro cúbico de albañilería de piedra en fundación, mez. A, 1x3	\$ 14,46
Metro cúbico de albañilería de piedra en elevación, mez. B, de una parte de cemento, dos de cal hid. y seis de arena	\$ 11,60
Metro cúbico de excavaciones con agot. a vapor	\$ 5,73
Metro cúbico de desvíos de agua y fosos	\$ 0,36

Marcha de los trabajos

El contratista emprendió trabajos hasta el kilómetro 17,500, punto hasta donde se le entregó el estacado de la línea, ejecutando obras de arte y de tierra por un valor de 179.1216,18 pesos m.c. y 71.900,62 oro de 18 d.

El tiempo que duraron estos trabajos fue de 18 meses.

A raíz de haberse contratado estos trabajos, las crecidas de mayo de 1905 arrasaron una parte de los terrenos en que estaba ubicada la línea a la orilla del camino público a Salamanca, entre los kilómetros 18 y 27 del trazado antiguo (línea de puntos en el plano ante dicho). Quedando así la línea, amenazada en toda la extensión, fue objeto de la determinación de la superioridad cambiar el trazado en esta parte.

Ésta fue una causal invocada por el contratista para pedir la rescisión de su contrato, fundándose en el art. 34 del Reglamento para la construcción de Obras Públicas, la cual le fue acordada por decreto supremo N° 275 del 5 de marzo de 1907.

b) Contrato Toro

Resuelto el contrato Nieto y C.^a, el supremo gobierno pidió propuestas para terminar la primera sección de este ferrocarril hasta el kilómetro 17,500, la que fue adjudicada a don Esteban Toro por las sumas siguientes, según decreto supremo número 2.649 del 18 de noviembre de 1908: \$822.620,22 moneda corriente y 20.700,60 oro de 18 d. El contratista rebajó en cerca de 8% el presupuesto oficial en moneda corriente y dejó casi el mismo presupuesto en oro.

El plazo para la ejecución de estas obras fue señalado en 18 meses a contar de la fecha en que le fueron entregados los planos; 19 de diciembre de 1908.

Los trabajos deben quedar terminados el 19 de junio de 1910.

En las bases de este contrato se estableció lo siguiente:

El Estado proporciona además los planos que forman parte del contrato, los terrenos necesarios para el establecimiento de la vía, estaciones y demás dependencias permanentes de la línea.

Dos locomotoras y hasta 20 carros lastreros puestos en la estación Choapa por los siguientes precios de arriendo al mes:

Por cada locomotora	\$ 300.00
Por cada carro	\$ 12.00

El valor del arriendo será depositado mensualmente en la Tesorería Fiscal de Illapel y el *Boletín de Ingreso*, acompañado a la respectiva situación de pago sin cuyo requisito no le será tramitada.

El fisco se compromete a entregar este material rodante después del 1 de marzo de 1909 y dentro de los 30 días siguientes al de la fecha de petición respectiva del contratista y a conceder a éstos una prórroga del plazo fijado para la construcción de la línea igual al tiempo en que se atrase la entrega de dicho material. Por otra parte, el contratista queda obligado a conservar el material rodante en buen estado y a devolverlo en condiciones de servicio, corriendo por su cuenta las reparaciones de los deterioros que sufra mientras lo use.

La administración proporcionará igualmente los rieles y accesorios para la vía y los rieles que sean necesarios para la confección de cambios y cruzamientos para las estaciones y paraderos, material que se halla depositado en la estación Choapa.

El contratista pagará una multa de doscientos pesos por cada día de retardo y recibirá una prima de doscientos pesos por cada día de adelanto al término de las obras contratadas a contar de las 12 P.M. del día fijado para la entrega provisional de la línea.

Las principales obras que comprende este contrato son como sigue:

a) Movimiento de tierras	
Cortes	m ³ 152.000,00
Terraplenes	m ³ 143.000,00
Depósitos	m ³ 44.000,00

* Estos valores son muy inferiores a los correspondientes al contrato Nieto. No se ha podido aclarar esa divergencia.

b) Alcantarillas y puentecitos

Alcantarillas abovedadas, desde 3,00 a 0,60 m de luz	55
Puentecitos, desde 1,50 a 0,60 m de luz	43

Algunas de estas alcantarillas fueron terminadas por los ex-contratistas señores Nieto y C.^a con excepción de detalles.

c) Puentes mayores

Un puente metálico de 30 m de luz en el km 7,340 sobre el estero de Limáhuida, excepción hecha de las fundaciones que fueron ejecutadas también por los ex contratistas.

d) Muros de sostenimientos

En esta sección se han consultado trece muros de sostenimiento y algunas defensas de poca consideración.

e) Estaciones y paraderos

Corresponde a esta sección la estación de Limáhuida, punto de empalme del *Ferrocarril Longitudinal*, ubicada en el km 5,800 y el paradero de Los Loros, en el km 14.

Marcha de los trabajos

Estos nuevos trabajos fueron iniciados el 4 de enero del presente año y a los dos meses de iniciados habían tomado su marcha normal, llevando desde entonces un avance que permite asegurar se terminan dentro de los límites señalados, es decir, que quedarán terminados el 19 de junio de 1910.

En la actualidad están enrielando los siete primeros hasta el puente Limáhuida y el día 20 del presente seguirá ésta adelante a causa de haberse terminado la armadura de dicho puente y terraplén de acceso.

El resto de los trabajos está bastante adelantado, estando la plataforma casi sellada en toda la extensión. En lo relativo a obras de arte queda poco por hacer. En suma, los trabajos marchan sin inconvenientes, habiendo en las faenas alrededor de 300 operarios.

Hasta la fecha se han hecho por valor de las sumas siguientes:

En moneda corriente	\$ 449.011,99
En oro de 18 d	\$ 20.700,00

c) Trabajos por administración

Resuelto por la superioridad el cambio de trazado del ferrocarril a Salamanca desde el km 17,500 en adelante, el infrascrito efectuó el estudio de la variante conforme a las indicaciones generales del Inspector de Ferrocarriles don Carlos del Campo y en vista del informe del ingeniero señor Demangel, quien opinó que para dejar la línea a resguardo de las inundaciones del río Choapa sería necesario un gasto suplementario de ochenta mil pesos.

El 5 de junio del presente año fue aprobado por decreto supremo N° 1.005 el contrato *ad referendum* celebrado entre el director general de Obras Públicas y don Mariano Renard.

Entre otras disposiciones se estipuló lo siguiente:

El señor Renard se compromete a ejecutar por su cuenta y riesgo todas las obras necesarias para dejar terminado el ferrocarril de Choapa a Salamanca en la sección Monte Oscuro a Salamanca (en total 11,315 km).

La base del contrato es la serie de precios unitarios que incluyen todos los gastos y sujeciones que demande la ejecución de las obras y corresponden a los que resultan del contrato celebrado con don Esteban Toro para la construcción de la sección Choapa a Monte Oscuro.

Los precios fijados para los cortes y terraplenes incluyen el roce, descepadura y relleno pisoneado detrás de los muros.

El señor Renard se compromete a iniciar los trabajos dentro de los 15 días de la fecha y a terminarlos en el plazo de 18 meses bajo multa de doscientos pesos por cada día que se atrase y con prima de doscientos pesos por cada día de adelanto en la terminación del ferrocarril.

El ingeniero entregará los planos de ejecución, la cubicación respectiva y el estacado a medida de las necesidades, debiendo este último ser conservado por el contratista una vez hecha la entrega.

Antes de iniciar las obras, el contratista deberá verificar los cubos del proyecto definitivo que le serán entregado por el ingeniero jefe.

En ningún caso los pagos correspondientes podrán exceder del cubo indicado. Los pagos se harán mensualmente aplicando a los cubos realmente ejecutados en conformidad a los planos, los precios de contrato con retención del 10%.

Principales obras que comprende este contrato

a) Movimiento de tierras

Cortes	m ³ 78.000,00
Terraplenes	m ³ 82.000,00
Depósitos	m ³ 4.000,00

b) Alcantarillas y puentecitos

Alcantarillas abovedadas, desde 1,50 a 0,60 metros de luz	17
Puentecitos desde 2,00 a 0,60 metros de luz	34
Sifones de 0,80 metro de luz	3

c) Muros de sostenimiento y defensa de terraplenes

En los faldeos de Monte Oscuro se han proyectado algunos muros de sostenimiento con un cubo de 3.500 m³ de albañilería de piedra puesta en mezcla hidráulica.

En el puente Camisas se han proyectado defensas de cierta consideración para defender eficazmente el puente ubicado en condiciones más bien desfavorables.

d) Puentes mayores

En el kilómetro 23,700 se atraviesa el estero Camisas donde se ha proyectado un puente de tres tramos, de 20 m cada uno de luz. Este puente será de acero, con infraestructura de albañilería de piedra o concreto. Otros puentes son: uno de 10 m de luz en el estero Mostazas, 21,100 km, y otro de 5 m de luz, en el kilómetro 23,565.

e) Estaciones

En el kilómetro 21 se ha proyectado el paradero de Tahuinco y la estación Salamanca al término de la línea.

Más adelante se dan algunos datos referente a estas obras.

El contratista señor Renard dio comienzo a estos trabajos a mediados de mayo recién pasado, atacando las obras de tierra. Tiempo después inició las alcantarillas y puentecitos.

En los últimos días ha tomado medidas encaminadas a dar a estos trabajos la organización que han necesitado para normalizar el avance.

Hasta la fecha ha ejecutado obras por un valor de \$46.427,14.

El número de operarios mantenidos hasta ahora es de alrededor de 80, promedio mensual.

En resumen, en todo el ferrocarril de Choapa a Salamanca se han hecho obras hasta la fecha por un valor de \$746.408,79 moneda corriente y 226.334,10 oro de 18 d.

El ferrocarril debe quedar terminado según lo estipulado en el contrato Renard el 5 de diciembre de 1910.

Costo del ferrocarril

El costo del ferrocarril se divide en tres partidas: valor de la obra, gastos de inspección técnica y estudios y expropiaciones.

Analizaremos cada una de estas en particular.

A) Valor de la obra

a) En moneda corriente

1) Obras ejecutadas por Nieto y C. ^a	\$ 179.146,13
2) Obras contratadas por don Esteban Toro	\$ 822.620,22
3) Valor del contrato Renard	\$ 769.594,99
4) Pagado a Nieto y C. ^a por efectos de la liquidación de su contrato	\$ 65.844,43
5) Pagado por transporte de rieles de Vilos a Choapa	\$ 5.978,10
SUMA	\$ 1.843.183,87

b) En oro de 18 d.

1) Rieles y accesorios	\$ 233.743,85
2) Valor del contrato Toro	20.700,00
3) Valor del contrato Renard	64.953,65
SUMA	\$ 319.397,50

B) Gastos de la inspección técnica y estudios

Los gastos hasta la fecha en la inspección técnica y estudios desde la iniciación del ferrocarril ascienden a \$136.197,55. Se puede estimar en \$100.000 más el gasto de inspección de las obras hasta el término del ferrocarril, de manera que el costo total será de alrededor de \$235.000,00. Se incluyen en este valor: sueldos, viáticos y gratificación del personal, gastos de policía, alarifes y gastos generales.

C) Expropiaciones

Por ley de 20 de enero de 1888 se autorizó la expropiación de los terrenos necesarios para establecimiento de la vía y demás dependencias. Hasta la fecha se han pagado \$9.188,37, valor que corresponde al importe de los terrenos ocupados en las haciendas Las Cañas y Limáhuida. Quedan por expropiar los terrenos ocupados en las haciendas Tahuinco y Tambo. Los de este último fundo son de primera calidad. Se puede estimar por esto que el valor total de la expropiación será de \$20.000.

En resumen, tenemos que el costo del ferrocarril será:

En moneda corriente	\$ 2.098.183,87
En oro de 18 d	\$ 319.397,50

Lo que corresponde por kilómetro de vía:

En moneda corriente	72.350,00
Y en oro de 18 d	10.013,00

II. Características técnicas y obras de mayor importancia

TROCHA		Un metro	
LONGITUD	{	vía principal	km 28.684,34
		desvíos	km 2.339,00
		SUMA	km 31.023,34

Tipo de riel y accesorios

El riel adoptado es el último modelo ideado por la Dirección General y corresponde al tipo Vignole de 25,5 kilogramos por metro lineal, peso teórico y de 26,262 kilogramos de peso efectivo.

La altura es de 105 milímetros, el ancho de la zapata de 90 milímetros, el ancho de la cabeza 51 milímetros, y el espesor del alma 10,5 milímetros. El largo del riel es de 10 metros; y además se disponen de rieles cortos para la enrielladura de las curvas: de 9,915 para radios mayores de 120 metros, y de 9,870 para curvas de 80 metros y más de radio.

Durmientes

Se usan durmientes de roble pellín de 1,80 x 0,20 x 1,25. El número de durmientes por kilómetro es de 1.500. La distancia a que van uno de otro es como sigue:

Tramos intermedios	0,70 m
Tramo de junta	0,46 m
Tramo anterior al de junta	0,57 m

Estaciones

Las estaciones y paraderos se indican en el cuadro siguiente:

<i>Nombres</i>	<i>Kilometraje</i>	<i>Distancias parciales</i>	<i>Pendientes</i>	<i>Cotas sobre nivel del mar</i>
Estación Choapa	0,000	–	0,2%	236,27
Estación Limáhuida	5,800	5,800	0,1%	293,23
Paradero Los Loros	14,300	8,500	0,2%	370,35
Paradero Tahuinco	21,200	6,900	0,3%	422,45
Estación Salamanca	29,000	7,800	0,4%	479,00

Curvas y pendientes

La curva de radio mínimo alcanza a 80 metros y existen dos de éstas, en horizontal.

La pendiente máxima es de 2,5%, la cual se desarrolla en una extensión de 971,50 m.

La distancia mínima entre dos curvas de distinto sentido es de 25,41 metros. Las curvas entre las cuales se encuentra comprendida son de 90 metros de radio.

Longitud en recta y en curvas

La longitud en recta es de 20,81661 kilómetros y en curva de 7,86773 kilómetros, es decir, las curvas corresponden al 38,7% de la longitud en recta, y al 27,4% de la longitud total.

Longitud de los niveles

La longitud de los niveles alcanza a 5.684,18 metros.

Obras de mayor importancia

Puentes mayores

Puente Limáhuida de 30 metros de luz

Un tramo de piso superior, vigas de acero; sistema Cottron. Los estribos son de albañilería de piedra debastada, con piedra canteada en los asientos de las vigas y cornisas, excepción hecha de las cornisas superiores que son de ladrillo. Esta obra se encuentra terminada. Otros datos son como sigue:

Kilometraje	7,340	km
Longitud total del puente	30,60	m
Altura máxima del riel sobre el lecho del río	13,80	m
Luz teórica sobre ejes de rótulas	30,00	m
Distancia entre ejes de vigas	2,80	m
Altura de la viga	3,501	m
Peso del tramo	44,036	t
Distancia entre parámetros de estribos	28,60	m

El importe del puente, incluyendo albañilería, será como sigue:

En moneda corriente	\$ 54.059,86
En oro de 18 d	\$ 18.494,68

Puente Camisas

En vía de ejecución, con carácter de definitivo.

Kilometraje	23,770	km
Sistema de la vía		Inferior
Longitud total del puente, sistema metálico	62,16	m
Altura máxima del riel sobre el lecho del río	5,13	m
Número de tramos	3	
Distancia entre ejes de pila	20,92	m
Luz teórica sobre ejes de rótula	20,00	m
Distancia entre paramentos de machones	19,22	m
Distancia entre ejes de viga	4,24	m

Sistema del enrejado de la viga... Tipo especial. La cabeza superior se aproxima a la curva parabólica.

Altura máxima de la viga	3,20	m
Materiales que se emplearán	En las vigas	acero
	En los machones	albañilería de concreto o piedra
	En los estribos	de concreto o piedra
	En los asientos	de piedra canteada
Peso de un tramo	36,000	t

El importe de este puente será como sigue:

En moneda corriente	\$ 53.288,13
En oro de 18 d.	\$ 45.358,92

Otros puentes mayores de carácter definitivos son uno de 10 metros de luz teórica en el kilómetro 21,105 y otro de 5,00 metros de luz teórica en el kilómetro 23,565, ambos de piso superior y alma llena.

Muros de sostenimiento

Entre los kilómetros 10 y 19 el trazado se encuentra ubicado sobre el camino público a Salamanca y en faldeos quebrados de fuerte pendiente, lo que ha dado

origen a numerosos muros de sostenimiento, con un cubo de 6.900 metros cúbicos de albañilería de piedra puesta en mezcla hidráulica de una parte de cemento Portland por cuatro de arena.

El importe de estas obras será de \$147.600.

Estación Salamanca

Edificio principal

En planta tiene 20,10 x 8,66 metros

Este edificio es de dos pisos, con piezas para oficinas y casa habitación para el jefe de estación.

Es de tabiques de adobes y va pintado al óleo al exterior. Corresponde al tipo señalado en el *Álbum de la Dirección General*, con el título "Tipo para oficinas".

El presupuesto asciende a la suma de \$42.035,08, incluyendo el importe del andén para pasajeros.

Bodega

Se trata de una bodega de 30 x 10 y por 5 metros de alto. Es de tabiques de ladrillos aparentes, con pies derechos y soleras de roble. Los tabiques van sobre un zócalo de ladrillo de 0,30 de espesor y de 0,30 de altura. Hay un compartimento para la oficina del bodeguero.

El andén es de piedra ordinaria con solera de piedra tallada de 0,15 m de espesor.

El piso del andén, como el de la bodega, es de concreto de 0,10.

El presupuesto, incluyendo andén, es de \$30.092,96.

Casa para locomotoras

Se ha consultado una casa para 2 locomotoras de tabiques de roble con revestimiento de planchas de hierro galvanizado. Lleva 9 ventanas con bastidores de vidrio. Va provista de un pozo, para picar el fuego, de albañilería de piedra debidamente emboquillado.

El presupuesto de esta obra es de \$14.597,56.

Se ha consultado además una tornamesa, una grúa hidráulica (columna de agua), un estanque metálico colocado sobre una torre de albañilería de ladrillo, topes, plataforma de embarque, carbonera y dos casitas para cambiadores.

Estación Limáhuida y paraderos

La estación Limáhuida, como los paraderos de Los Loros y Tahuinco, consta de un edificio mixto de madera para bodega y casa habitación del jefe de estación. Se ha proyectado, además, una cocina anexa al edificio mixto y una casita para cambiadores.

ABEL MUNIZAGA.
INGENIERO JEFE

FERROCARRIL DE ARICA A LA PAZ

Primeros estudios

La construcción de esta obra preocupaba desde tiempo atrás la atención del gobierno y de los particulares, y puede decirse que los primeros reconocimientos se deben a la iniciativa privada y entre éstos figuran: el trazado Full y el Tamaya Arancibia. Estos dos trazados salían hacia el sur de Arica para seguir el primero por la quebrada de Camarones y el segundo hacia Timalchaca, pasando cerca de Timar, y en la parte boliviana, tenían en común la sección Paquis-Turco-Coro-Coro-La Paz.

Otro trazado reconocido por el señor Vigneaux, seguía la vía Tacna-Calama, hacia Huailillas y Charaña, desarrollándose hacia adelante próximo al actual trazado en construcción hasta La Paz.

Más tarde y a fin de dar cumplimiento al tratado de paz y amistad celebrado con la República de Bolivia, que obligaba al gobierno de Chile a construir el ferrocarril de Arica a La Paz, el supremo gobierno contrató con el ingeniero señor Josias Harding los estudios correspondientes para un anteproyecto del ferrocarril entre estos dos puntos.

Como puntos obligados para el trazado se fijaron solamente Arica y el Alto de La Paz, es decir, el punto de arranque y el de llegada.

Estos estudios, que alcanzaron a establecer el anteproyecto en una extensión de 60 kilómetros a partir de Arica, fijaban para el trazado en la sección chilena la ruta Poconchile-Tiñares-Jamiraya-Patapatani-Ancara.

Para mayor claridad podríamos dividir el trazado propuesto por el señor Harding en 5 secciones:

- 1ª sección: Arica a Poconchile
- 2ª sección: Poconchile a Tiñares
- 3ª sección: Tiñares a Jamiraya
- 4ª sección: Jamiraya a Patapatani
- 5ª sección: Patapatani a Ancara

Sección de Arica a Poconchile

Esta sección no ofrece ninguna particularidad. El trazado parte de Arica con rumbo al norte para alcanzar en el kilómetro 2,5 la meseta de Chinchorro a una altura de 12 metros sobre el nivel del mar, después de atravesar el río San José que desagua en el valle de Azapa. El objetivo al trepar a la meseta indicada obedece al propósito de buscar una ubicación que pusiera al abrigo las maestranzas, almacenes, etc., de la posible repetición de maremotos que en dos ocasiones destruyeron los del ferrocarril a Tacna.

A partir del kilómetro 2,5 la línea mantiene su rumbo hacia el norte hasta el kilómetro 10 donde cruza el río Lluta por un puente de 30 metros de luz para buscar enseguida su dirección al noroeste y por el centro del valle del Lluta, su

FERROCARRIL DE ARICA A LA PAZ

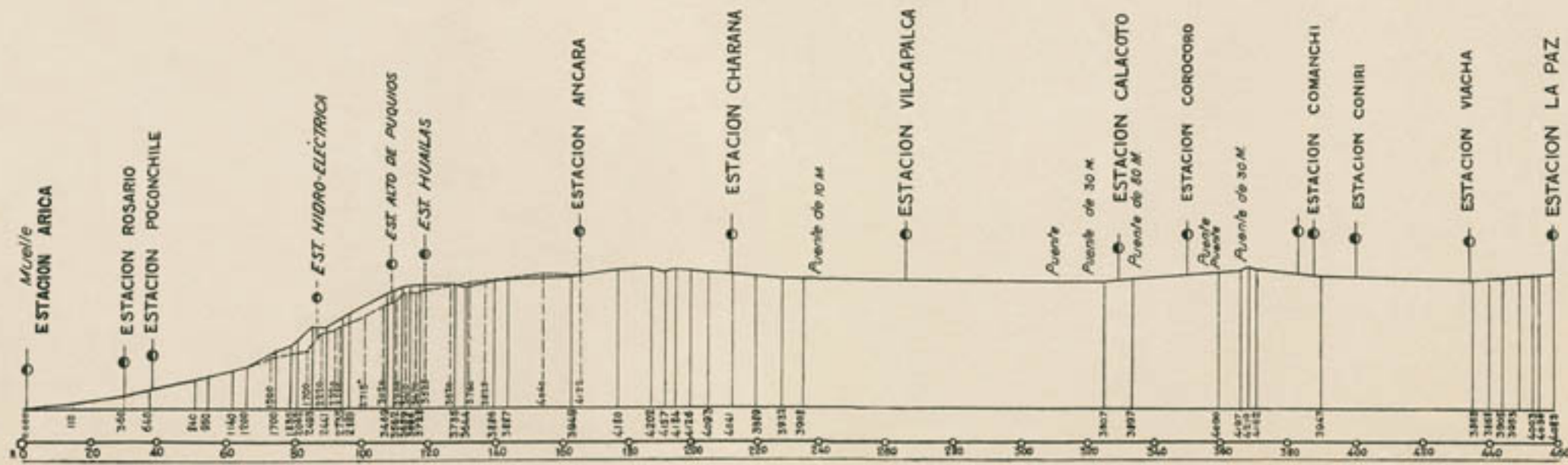
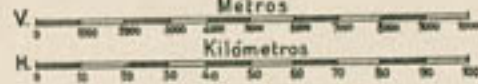
Kilómetros



PERFIL LONGITUDINAL

Escala

Metros



desarrollo es siempre ascendente para alcanzar en el kilómetro 39 la estación de Poconchile.

En el kilómetro 13 cruza nuevamente el río Lluta para tomar la margen izquierda, la que no abandona sino momentáneamente entre los kilómetros 65 y 68.

El valle en que está comprendida la primera sección presenta un ancho medio de 1,5 kilómetros y los cerros que lo cierran por el norte y sur presentan sus faldas continuas más o menos inclinadas y desprovistas de rodados.

La constitución de estos cerros es rocosa, pero presentan el aspecto de grandes dunas debido a la acción del viento y a la descomposición de la capa superficial del suelo. La altura de estos cordones asciende progresivamente desde la orilla del mar, llegando a 1.600 metros más o menos frente a Poconchile.

Quebradas laterales por el costado norte del valle no existen, salvo la de Mollipampa frente al kilómetro 25.

Sección Poconchile a Tiñares

Esta sección, como la anterior, no presenta dificultad para colocar un trazado. El desarrollo se hace siempre por el centro del valle, excepto en algunos puntos donde la línea ha tenido que plegarse al pie de las faldas para evitar creces del río Lluta.

Los cerros que cierran el valle por ambos costados presentan faldas más empinadas que en la sección anterior y muestran de trecho en trecho abundantes rodados y farellones que se elevan verticalmente sobre el fondo de ésta. Quebradas laterales por el costado norte tampoco existen.

Sección de Tiñares a Jamiraya

En el origen de esta sección se proyectaba la estación de Tiñares que podría considerarse como el principio de la cremallera, puesto que de ahí en adelante se consultaban pendientes mayores de 3% debido a que en este punto el valle se reduce casi solamente al cauce del río Lluta, la estación quedaba proyectada, en gran parte, en plena caja del río a una altura de 1 metro sobre el fondo de él.

El desarrollo de la línea se hace parte por la caja del río y a un nivel a veces inferior al del lecho mismo y en otros por las faldas de los cerros que la encajonan por el sur.

La rasante va en pendiente variable, llegando a veces a 5%. En un trozo de unos 8 kilómetros, puede decirse que el valle desaparece en absoluto. Los cerros adyacentes se muestran cubiertos de grandes rodados que a causa de las lluvias o temporales o por los movimientos sísmicos tan frecuentes en esta región, se desprenden de alturas considerables, cayendo al fondo del valle.

Sección de Jamiraya a Patapatani

A partir de Jamiraya el valle desaparece en absoluto transformándose en un cañado de 4 a 5 metros de ancho en el fondo, entre paredes casi verticales de mil y más metros de altura. Las rocas de las faldas se muestran profundamente agrietadas y

descompuestas, tanto que harían imposible la colocación de medias galerías para dar paso al ferrocarril. La línea fue ubicada en las faldas descritas y a causa de los recodos bruscos del río Lluta se vio la necesidad de pasar con el trazado de una falda a otra resultando, por consiguiente, una serie de 70 túneles y 60 puentes, número que probablemente tendría que aumentarse en una proporción más o menos considerable a causa de lo defectuoso de los estudios.

Sección de Patapatani a Ancara

De Patapatani en adelante las dificultades son casi las mismas que en la sección anterior a Jamiraya.

Construcción

Sobre la base de los estudios descritos y dejando libertad a los interesados, el supremo gobierno por decreto número 1.496 del 14 de agosto de 1905, pidió propuestas públicas a precio alzado, para la construcción de su ferrocarril con trocha de un metro que uniera el puerto de Arica con el Alto de La Paz, comprendiendo los ramales a Tacora, Coro-Coro y Desaguadero.

Por ley número 1.843 del 21 de febrero de 1906, el Congreso Nacional declaró de utilidad pública los terrenos de propiedad particular o municipal que fueren necesarios dentro del territorio de la república para la construcción de la vía, estaciones y demás dependencias de la línea, durante el tiempo de la construcción y también declaró libres de derechos de importación y de todo impuesto fiscal o municipal, las máquinas, carros, herramientas y demás materiales necesarios para la construcción de la línea, sus estaciones, oficinas, muelle y el equipo necesario para que la línea sea entregada al servicio público.

En conformidad al decreto de petición de propuestas, éstas se abrieron el 2 de enero de 1906. A la licitación concurren:

- 1) Don Manuel Ossa, por la suma alzada de dos millones trescientos noventa y siete mil libras esterlinas (£2.397.000) desde Arica hasta el Alto de La Paz, pasando por la ciudad de Tacna o sus inmediaciones e incluyendo todo el equipo de primer orden.
- 2) El Deutsche Bank de Berlín y la casa Phillipp Holzmann y C.^a, en Francfort, representado por el Banco Alemán Transatlántico, por la suma alzada de dos millones cuatrocientas noventa mil libras esterlinas (£2.490.000) desde Arica al Alto de La Paz, más los ramales o las solfataras de Tacora, al mineral de Coro-Coro y al puerto sobre el río Desaguadero.
- 3) El sindicato de Obras Públicas de Chile, representado por don Napoleón Peró, por la suma alzada de dos millones ciento cincuenta y dos mil libras esterlinas (£2.152.000), desde Arica al Alto de La Paz, por el valle de Lluta, ramal a las solfataras de Tacora (azufre), ramal al Desaguadero, ramal a Coro-Coro y por vía Tacna hasta La Paz y
- 4) La Compañía Anónima Chile And Bolivia Railway Construction Limited de Londres, representada por don Mateo Clark, por la suma alzada de dos millones seiscientos diecinueve mil libras esterlinas (£2.6190,00) desde

Arica al Alto de La Paz, y los ramales a las solfataras de Tacora, al mineral de Coro-Coro y al puente sobre el río Desaguadero.

Estas propuestas, después de los informes reglamentarios, pasaron a la comisión nombrada por decreto número 1.734 de 11 de octubre de 1905.

El 8 de marzo de 1906, por decreto número 304, el gobierno de Chile aceptó la propuesta del sindicato de Obras Públicas, por el valle de Lluta (era la más barata) incluyendo los ramales a las Solfataras de Tacora, al mineral de Coro-Coro y el puerto sobre el río Desaguadero; por la suma alzada de dos millones ciento cincuenta y dos mil libras esterlinas, comprometiéndose el sindicato a entregar la obra totalmente terminada en el plazo de cuatro años, contados desde la fecha de aceptación de la propuesta.

Los trabajos de movimientos de tierras se iniciaron el 5 de septiembre (desde el kilómetro 2 en adelante) verificándose el 9 del mismo mes la inauguración oficial del comienzo de los trabajos del ferrocarril.

Debido a la falta de estudios definitivos, de elementos y a dificultades de diverso origen los trabajos siguieron con poca actividad.

En atención a que la marcha de los trabajos no correspondía a la magnitud de la obra, ni al plazo fijado, se acordó liquidar el contrato celebrado con el sindicato de Obras Públicas en conformidad a las bases generales acordadas entre el gobierno y el presidente del sindicato, con fecha 3 de agosto de 1907.

El sindicato de Obras Públicas alcanzó a dejar enriellados 31 kilómetros 700 metros, y según consta en los inventarios y valoraciones hechas, el costo de los estudios, trabajos e instalaciones hechos y pagados, los materiales, maquinarias, herramientas y víveres adquiridos por el fisco, pagados al sindicato de Obras Públicas, alcanzó la suma total de £306.701-15 s. 4 d.

Tan pronto como se acordó liquidar el tal contrato y dada la necesidad de cumplir los compromisos contraídos con el gobierno de Bolivia en cuanto al plazo para la construcción del ferrocarril, el gobierno de Chile acordó pedir a todas las firmas que se habían interesado en la construcción, nuevas ofertas sobre la base de especificaciones formadas por la Dirección de Obras Públicas y que fueron sometidas a la aprobación del Ministerio con fecha 9 de agosto de 1907.

Las ofertas debían presentarse el 31 de agosto del mismo año.

En esta ocasión presentaron propuestas: el Deutsche Bank de Berlín con la Casa Phillip Holzmann y C.^a y la compañía inglesa S. Pearson & Shon Limited de Londres.

Mientras se resolvía sobre la aceptación de estas propuestas, y sobre el traspaso del ferrocarril a la casa constructora los trabajos se siguieron por administración, iniciados el 7 de noviembre, a cargo del ingeniero jefe don Benjamín Vivanco.

Previo los informes respectivos y visto lo informado por la comisión nombrada para estudiar las propuestas, por decreto número 3.465 de diciembre de 1907, se aceptó la propuesta del Deutsche Bank por la suma alzada de £3.000.000 sin ramales.

Debido a exigencias del Deutsche Bank (en cuanto a la forma de pago) que el gobierno de Chile no podía aceptar, se acordó por decreto número 1.348 del 29 de mayo de 1908, dejar sin efecto el de aceptación de la propuesta.

Por decreto número 1.355 de la misma fecha se ordenó pedir nuevas propuestas públicas, que fueron abiertas el 1 de marzo de 1909 y entretanto organizar debidamente los trabajos por administración.

Los trabajos se organizaron a cargo del administrador señor Manuel Ossa, con el infrascrito como ingeniero jefe ejecutivo, quedando don Benjamín Vivanco como ingeniero inspector.

Durante la administración Vivanco se invirtió en la construcción del ferrocarril la suma de \$1.616.242,73 moneda corriente.

Cuando el señor Ossa se hizo cargo de los trabajos, había enriellados, siguiendo el trazado por Jamiraya, un total de 60 kilómetros.

Desde el principio, la administración Ossa dio a los estudios y a la provisión de materiales y elementos de trabajo toda la importancia necesaria, y las obras se atacaron a medida que los estudios permitían un avance racional.

De acuerdo con los datos técnicos que adquirió la administración Ossa y en vista de las dificultades que presentaba el trazado Hardin, resolvió buscar otras rutas aunque fuera a costa de sacrificios, de tiempo y de dinero.

Previo los reconocimientos del caso, resolvió abandonar el trazado por Jamiraya desde el kilómetro 40 y aceptar un nuevo trazado que vuelve hacia el oriente o aguas abajo para ganar desarrollo, y sigue por la sierra Hualillas hacia Ancara. Esta solución que significó una gran economía en el costo de construcción y explotación, mejoró notablemente la conservación del trazado.

Antes de tomar esta resolución se comenzó por efectuar un reconocimiento instrumental por la planicie de los cerros que cierran el valle del Lluta por el norte. Este reconocimiento arrancó primeramente frente al kilómetro 10 y se siguió hasta Puquios, punto donde comienza la gran altiplanicie boliviana. La pendiente máxima adoptada fue de 6%.

Éste debió ser el verdadero trazado por cuanto se habrían ahorrado 14 kilómetros de línea, pero habría tenido que abandonarse casi la totalidad de la línea construida. Con el objeto de obviar este último inconveniente, se procedió a trazar el ferrocarril saliendo de Poconchile hacia la falda de los cerros que cierran el Lluta por el norte y buscar su desarrollo sobre las faldas de éstos en dirección al poniente hasta alcanzar la quebrada de Molle-Pampa, la única que existe por el costado norte del valle.

Ascendiendo por dicha quebrada en dirección al norte, donde los faldeos no presentan inconvenientes, se llega a Rampa Colorada donde se sigue sin interrupción el rumbo general del trazado, es decir, al N.N.E. hasta llegar a Pampa Central.

En la sección siguiente, de Pampa Central a Puquios, es donde se encuentra todo el riñón de la cordillera y es ahí, por consiguiente, donde se han aglomerado todas las dificultades del trazado.

Desde Pampa Central el ascenso se hace primeramente por el gran contrafuerte comprendido entre la quebrada de Lluta y la quebrada Quiroz y después en la comprendida entre Gallinazos y Quiroz, volviendo por último a cruzar la quebrada Quiroz para terminar su desarrollo hasta Puquios.

Los inconvenientes de construcción se reducen solamente al acarreo de materiales para el movimiento de tierras y el agua para los operarios. Las obras de arte en esta sección, como en la anterior, se reducen a un puente de 40 metros de largo sobre el Lluta, a tres o cuatro obras de poca importancia y como cuatro o cinco túneles de reducida longitud.

Los cerros no presentan peligro para la explotación y la construcción de la línea es además sencilla porque se reduce a simples movimientos de tierras.

Esta solución permitía localizar toda la cremallera en una sola sección comprendida entre Pampa Central y Puquios.

Durante la administración Ossa, y a medida que los estudios lo permitían, se atacó la construcción de las obras siguiendo la nueva ruta, aceptada definitivamente y se acumularon materiales en Viacha para activar en lo posible los trabajos. Fue así como antes que la actual empresa constructora tomara a su cargo la construcción del ferrocarril la administración había acumulado en Viacha, rieles, durmientes y otros materiales necesarios para dar comienzo a los trabajos en la sección boliviana.

El 1 de mayo de 1909 se abrieron las nuevas propuestas de construcción y en esta ocasión hicieron oferta:

El señor Mateo Clark por la sociedad Sir John Jackson (Chile) Limited, por la suma alzada de £2.950.000, sin incluir el material rodante ni los ramales, en tres años de plazo.

El Banco Alemán Transatlántico por el Deutsche Bank de Berlín y la Casa Phillipp Holzmann de Francfort S/M por el precio de costo efectivo más un 10% avaluándose la obra en un precio máximo de £3.100.000. Si el costo fuese superior a esta suma, la mitad del exceso se deduciría del 10% no pudiendo en ningún caso este 10% ser inferior a £100.000.

Ambas propuestas fueron hechas sobre la base del trazado siguiendo el río Lluta y la quebrada Jamiraya.

En vista de que el nuevo trazado que había aceptado la administración Ossa significaba una economía considerable de tiempo y de dinero y que al mismo tiempo mejoraba la conservación de la línea, y después de diversas conferencias con los interesados, el supremo gobierno por decreto número 754 bis del 1 de mayo de 1909 aceptó la propuesta Jackson, con algunas modificaciones.

En conformidad al nuevo contrato, la suma alzada (incluyendo los gastos hechos en la construcción desde el principio de los trabajos), sin incluir los ramales ni la parte abandonada y sin material rodante, sería de £2.750.000. De esta suma £ 300.000 (valor fijado de común acuerdo), debían tomarse como importe de las obras hechas hasta el día del contrato.

La línea se dividió en dos secciones:

Sección chilena con un valor de	£ 1.645.000
Sección boliviana con un valor de	£ 1.105.000

El contrato fue con el carácter de contrato a precio alzado, sin lugar a aumento por causa alguna. La sección chilena debía quedar terminada en el plazo de 30 meses y toda la línea en el plazo de 3 años.

Después de firmado el contrato y mientras se hacía el traspaso de las obras, los trabajos se siguieron por administración con cargo a la empresa constructora quien se hizo cargo de las obras el 28 de junio de 1909.

Durante la administración Ossa se invirtieron en el ferrocarril \$5.702.768.430 moneda corriente.

Al hacerse cargo de las obras los nuevos contratistas, habían enrieados en la sección chilena 40.600 km y como 30 km de la variante listos para recibir la enrieadura; el trazado definitivo de la línea completamente terminado; elementos de construcción, rieles, durmientes y postes para teléfonos, etc., listos para iniciar los trabajos en la sección boliviana; más de dos millones de pesos en existencias en almacenes; más de 160 kilómetros de vías y senderos auxiliares; campamentos completos en el altiplano; hospital y sección sanitaria en Pampa Central; agua abundante y traída de larga distancia por medio de cañerías; instalaciones completas y en vasta escala para el acarreo por medio de mulas y caballos y, por último, maestranzas, locomotoras, material rodante y todo género de instalaciones y elementos de trabajo para seguir sin la menor interrupción la construcción de este ferrocarril.

Con fecha 1 de julio de 1909 la empresa prosiguió la enrieadura en la sección chilena, y el 8 de agosto del mismo año inauguraba en Viacha los trabajos de la sección boliviana.

Los trabajos se han seguido con actividad y sin interrupción.

Al término del primer trimestre de 1910 los nuevos contratistas habían hecho trabajos por un valor de £632.626 16s 2d y la enrieadura llegaba al kilómetro 70,719 principio de la cremallera, en la sección chilena, y al kilómetro 60,000 en la sección boliviana; y con la plataforma terminada en 130 kilómetros se comenzaba a colocar la cremallera Abt de dos láminas, entre Pampa Central y Puquios, habiéndose tendido provisionalmente 3.000 metros lineales, trabajo supervigilado por un especialista enviado por la casa Abt.

ALEJANDRO GUZMÁN
INGENIERO JEFE

Insertamos aquí al final el puente del Cholchol, en actual construcción, omitido del lugar que le correspondía en el orden seguido más arriba.

PUENTE CHOLCHOL

El Ferrocarril de Temuco a Carahue, de 55 kilómetros de longitud, atraviesa el río Cholchol en la ciudad de Nueva Imperial, kilómetro 34 desde Temuco.

Debido a la importancia de la obra y a dificultades de diverso origen, se terminó la construcción del ferrocarril antes de que se hubiera resuelto en definitiva la construcción del puente, de tal suerte, que desde el año 1906 ha debido hacerse el trasbordo por el puente carretero, en condiciones bien molestas.

La construcción del puente, que debe entregarse al tráfico público a fines del año en curso, tiene su origen en el concurso abierto por el Gobierno para la ejecución de los puentes: Tranque y Canelo del ferrocarril de Melipilla a San Antonio, Maule en el ferrocarril de Talca a Constitución, y Cholchol en el ferrocarril de Temuco a Carahue.

Al concurso, abierto en licitación pública sobre bases aprobadas por el Gobierno, presentaron planos y propuestas de construcción las firmas, Schneider y C.^a del Creusot por la suma alzada de 31.400 libras; Daydè y Pillè de París, dos ofertas, por 35.219 libras y 37.449 libras respectivamente, y Saavedra Bernard y C.^a por las Fábricas Unidas de Ausburg y Nüremberg, por la suma de 49.456 libras.

Previo los informes y estudio de los planos y propuestas, la construcción fue adjudicada a los señores Schneider y C.^a por la suma alzada de 32.400 libras, en el plazo de veinte meses corridos, consultando el pago por los excesos de fundaciones y el correspondiente aumento de plazo con relación al exceso de fundación.

El proyecto contratado fue, en sus líneas generales, conforme al plano anexo, con una longitud total de 432 metros, descompuesta en un tramo de 8 metros (paso inferior), dos tramos de 62 metros y 10 de 30 metros.

El puente de simple vía y piso inferior para trocha de 1,68 m ha sido calculado y ejecutado conforme a las especificaciones del *Cuaderno de Condiciones Generales para el cálculo y construcción de puentes de Ferrocarril* de 1907.

Los trabajos se iniciaron el 25 de mayo de 1908 y se han seguido sin interrupción.

A consecuencia de la mala calidad del terreno encontrado para fundar varios machones a la cota prevista en los planos, ha sido necesario bajar más, lo que recargará el costo de la obra y retardará la fecha de la entrega conforme al contrato.

El mayor costo aproximado será de 2.200 libras sin incluir en éste la suma de 123.649 pesos 67 centavos moneda corriente, por trabajos hechos con anterioridad al contrato.

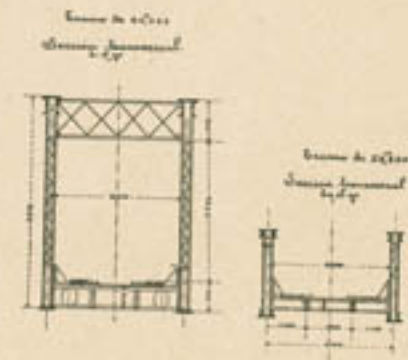
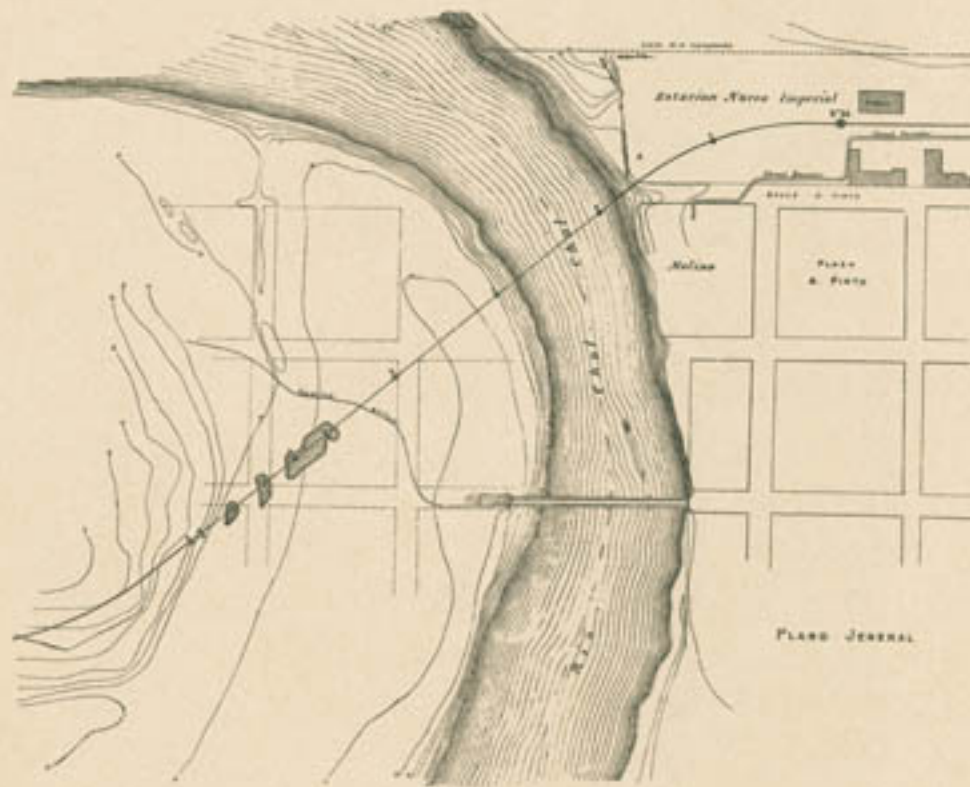
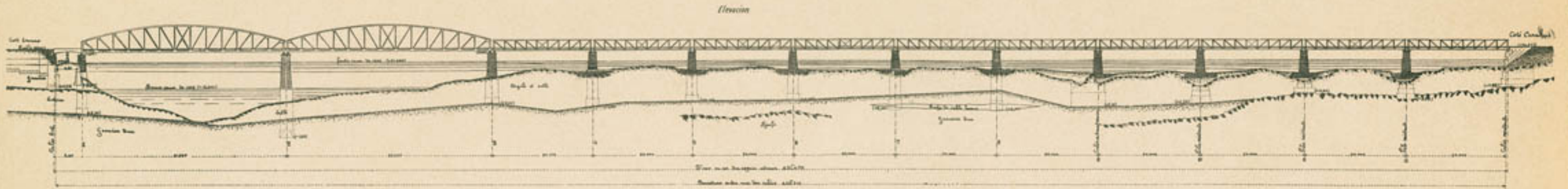
Debido a las dificultades de fundación no se puede precisar la fecha de término de las obras, que probablemente será a fines del año en curso o a principios del año entrante.

En cuanto a la albañilería, de la infraestructura, ha sido ejecutada de concreto conforme a las proporciones indicadas en el referido *Cuaderno de Condiciones Generales*.

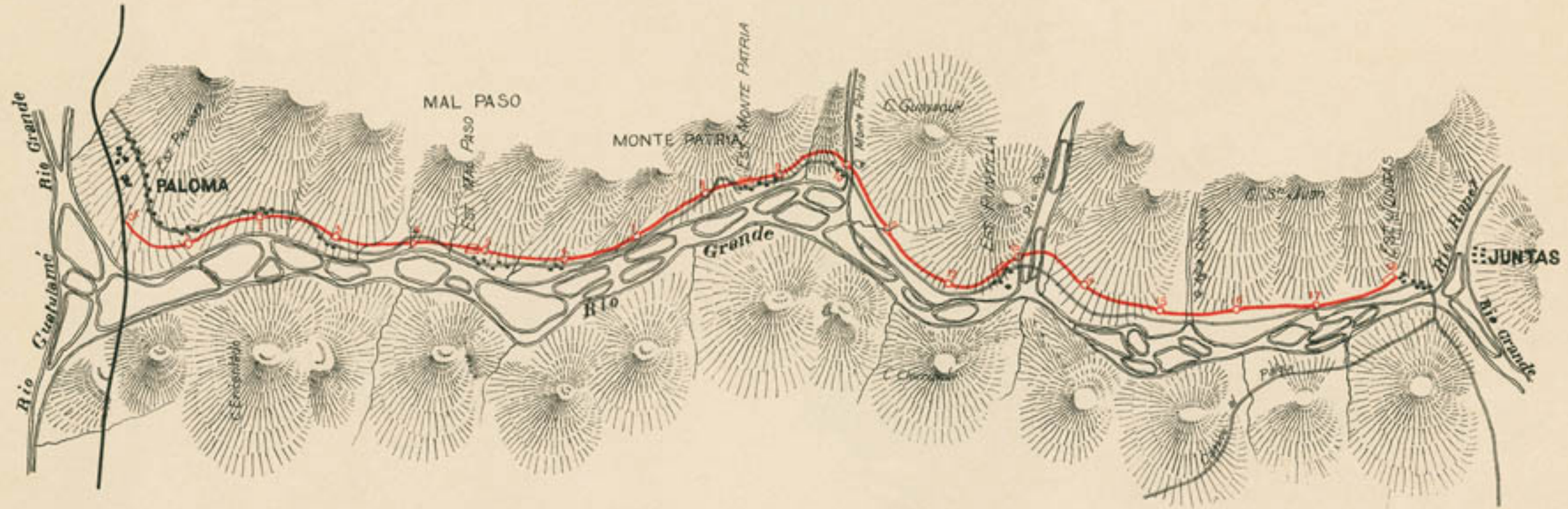
Dos de los machones ya hechos han sido ejecutados por aire comprimido; el resto se ha ejecutado o se ejecuta al aire libre por el sistema de torres de concreto, dispuesta en forma de permitir el empleo del aire comprimido en caso necesario.

TEODORO SCHMIDT
INGENIERO JEFE

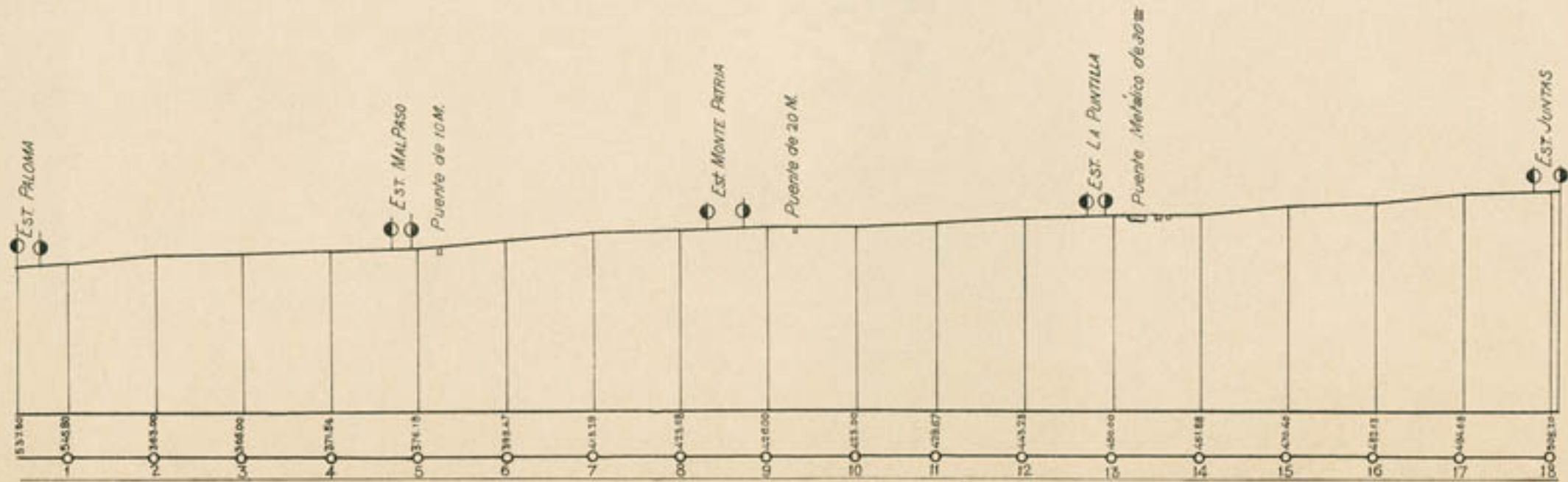
Linea de Temuco a Carahue
 Puente sobre el rio Chol-Chol.



FERROCARRIL DE PALOMA A JUNTAS



PERFIL LONGITUDINAL



CAPÍTULO III

RAMALES CON ESTUDIO DEFINITIVO O PROPUESTAS PEDIDAS

A rrancan como los en construcción del capítulo anterior de la línea longitudinal o de un punto en comunicación con ella. Enumeramos de Norte a Sur.

PALOMA A JUNTAS

El pueblo de Juntas se encuentra a 18 kilómetros de La Paloma al pie del cerro Dos Ríos y en la confluencia de los ríos Rapel y Grande. Ambos puntos van unidos por un camino carretero cruzado por la quebrada de Monte Patria y el río Ponio. Este último destruye el camino en las grandes avenidas que tienen lugar cada 5 años más o menos.

Como antecedente para el anteproyecto existía un reconocimiento del ingeniero señor Pablo Moriamez cuyo trazado iba más o menos paralelo al camino. El trazado nuestro difiere del señor Moriamez, en que se acerca más al camino para evitar dejar una faja de terreno, que sería inútil para los hacendados. Esta determinación se pudo llevar a efecto sin grandes sacrificios con sólo unas desviaciones de camino.

El estacado se ha llevado en conformidad con el anteproyecto presentado y aprobado por la inspección general con las variantes indicadas.

Atraviesa el trazado las haciendas y pueblos siguientes:

Pueblo de La Palma, pueblo de Las Puentes, hacienda Mal Paso, hacienda Monte Patria, pueblo de Monte Patria, pueblo Hundido o Viejo, hacienda Vista Bella, hacienda de la Puntilla de San Juan y la hacienda de Juntas, hasta donde llega el ramal proyectado.

Existe aún el pueblo de Agua Chiquita, que queda en el centro entre la estación de Juntas y el río Ponio. El trazado corta al pueblo una pequeña punta de terreno sin valor. Las casas que forzosamente tendrán que expropiarse son en su totalidad ranchos y edificios abandonados de muy escaso valor.

Hay entre los vecinos interesados en la construcción de este ramal, el firme propósito de ceder todos los terrenos necesarios para la construcción de la línea

entendiéndose no sólo la faja necesaria, sino también los terrenos para estaciones, depósitos y empréstitos.

La zona de atracción del ramal será una parte del valle de Río Grande y los de sus afluentes, especialmente el del Rapel que es uno de los principales, y las facilidades de transporte que dé a los productos fomentarán la agricultura y la minería en todos esos parajes.

La población comunal beneficiada con el ferrocarril asciende a unos doce mil habitantes, siendo el valor de la propiedad agrícola superior a seis millones de pesos, sin contar la minera que por sí sola es un factor de consideración.

El transporte probable del ferrocarril en monte, clase y dirección puede apreciarse por el movimiento que tiene la estación de La Paloma, como punto de paso obligado de toda la carga que entra y sale de los valles orientales, cuya masa saliente o de bajada puede calcularse en 10.000 toneladas de producción anuales y 2.000 toneladas de minerales, y la entrante de subida de 5.000 toneladas de mercaderías generales. Esto sin contar la mayor producción probable por causa del mismo ferrocarril.

El ramal es de trocha de 1 metro con riel de 25,5 kilogramos por metro cuadrado y ha sido considerado para los efectos del trazado como ferrocarril de tercera clase. El largo por enrielar es de 17.577,50 metros con 1.785,30 metros de desvíos. El radio menor empleado es de 80 metros, y la gradiente mayor de 2,2%. La longitud total de los niveles es de 4.740 metros, la de recta 10.475 metros, y de curvas 7.102,50 metros. En sentido de La Paloma a Juntas sube la línea desde la cota 337,80 metros hasta 505,20 metros. Una pequeña contragradiente existe en el kilómetro 9,300, que fue necesaria para evitar terraplenes de consideración en terrenos de valor. La contragradiente es de 0,43% en un trecho de 700 metros.

Los terrenos atravesados por el ferrocarril hasta la hacienda de Mal Paso son en general de tierra firme y rocosos, con retazos de tierra blanda, siendo la tierra blanda la menor cantidad.

Las estaciones se han atacado en vista de la utilidad manifiesta de ellas y coinciden con las proyectadas o recomendadas por el señor Moriamez en su reconocimiento. La primera es el paradero de Mal Paso, que servirá a las haciendas de Mal Paso, Huanas y a varios propietarios más que se encuentran en la otra ribera del río Grande. La segunda estación de Monte Patria tiene más importancia. Ésta servirá a las haciendas de Monte Patria, Vista Bella, varios fundos en la quebrada de Monte Patria y al pueblo del mismo nombre. La tercera estación es el paradero de La Puntilla que se ubicó en la hacienda del mismo nombre. La hacienda de La Puntilla es de gran importancia. Pueden llegar al paradero de La Puntilla los productos de Campanario, situada al otro lado del río Ponio. La estación final de Juntas es la principal por cuanto allí llegarán los productos de todas las haciendas que están más al interior. Todas tienen camino carretero hasta Juntas. Al otro lado de la confluencia de los ríos Rapel y Grande se encuentra el pueblecito de Dos Ríos, a 1.000 metros de distancia de la estación de Juntas.

El trazado corta en su trayecto varias veces el camino que ha sido necesario desviar como también algunos canales de regadío. De estos últimos algunos han

sido desviados y otros pasados por sifones. Muchos canales que figuran en el plano horizontal sin su desviación perspectiva, son acequias de derrames sin importancia y otros son canales antiguos abandonados.

El trazado ha obligado a un gran número de alcantarillas que en su mayor parte se proyectaron como tubos. Hay sólo 3 puentes de importancia, sin contar uno de 2 metros de luz en la quebrada al comienzo del trazado. Uno de 10 metros está en la quebrada de Mal Paso, el de 20 metros en la de Monte Patria y, por último, el de mayor consideración, sobre el río Ponio. Este puente consta de 10 tramos de 30,60 metros de luz cada uno. El punto elegido para atravesar el río Ponio fue el más apropiado, por existir dos islas en el río y que disminuyen el largo del puente. La zona inundada por el río Ponio en las grandes crecidas es de gran anchura y extensión. Los terraplenes en las islas deben ser defendidos por enrocado o piedra botada a mano, la que se encuentra en abundancia en el lecho del río. Piedra, ripio para lastre y arena existen en buena calidad en toda la extensión de la línea. La mejor piedra se encuentra en la quebrada Seca, a inmediaciones de La Paloma.

Los estudios definitivos de esta línea fueron contratados con los ingenieros Ehlers y Lanas, según decreto de mayo 19 de 1908 y costaron: el presupuesto de construcción ascendió a \$1.143.350,10 moneda corriente, y \$ 421.266,70 oro de 18 d.

(De la memoria de Ehlers y Lamas, ingeniero y contratista)

SAN FELIPE A SAN ANTONIO DE PUTAENDO

El estudio definitivo del ferrocarril de San Felipe a Putaendo contratado por el infrascrito por la suma de \$ 305,90 ha seguido casi fielmente el anteproyecto existente en la Dirección de Obras Públicas, sin otra excepción digna de mención que la salida de la estación de San Felipe del ramal de Los Andes.

Después de abandonar esta estación sigue paralelamente a la línea del ramal citado hasta el kilómetro 0,455, donde tomando una dirección casi normal a ese ramal, comienza a cruzar por terreno plano una serie de propiedades de los alrededores de San Felipe, cortando varios caminos que dan acceso al pueblo. En el kilómetro 2,640 cruza la línea el estero de Lencón o Quilpué, 190 metros aguas abajo del puente carretero, llamado Puente Negro, del camino de San Felipe a Putaendo.

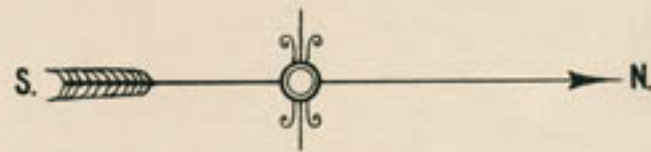
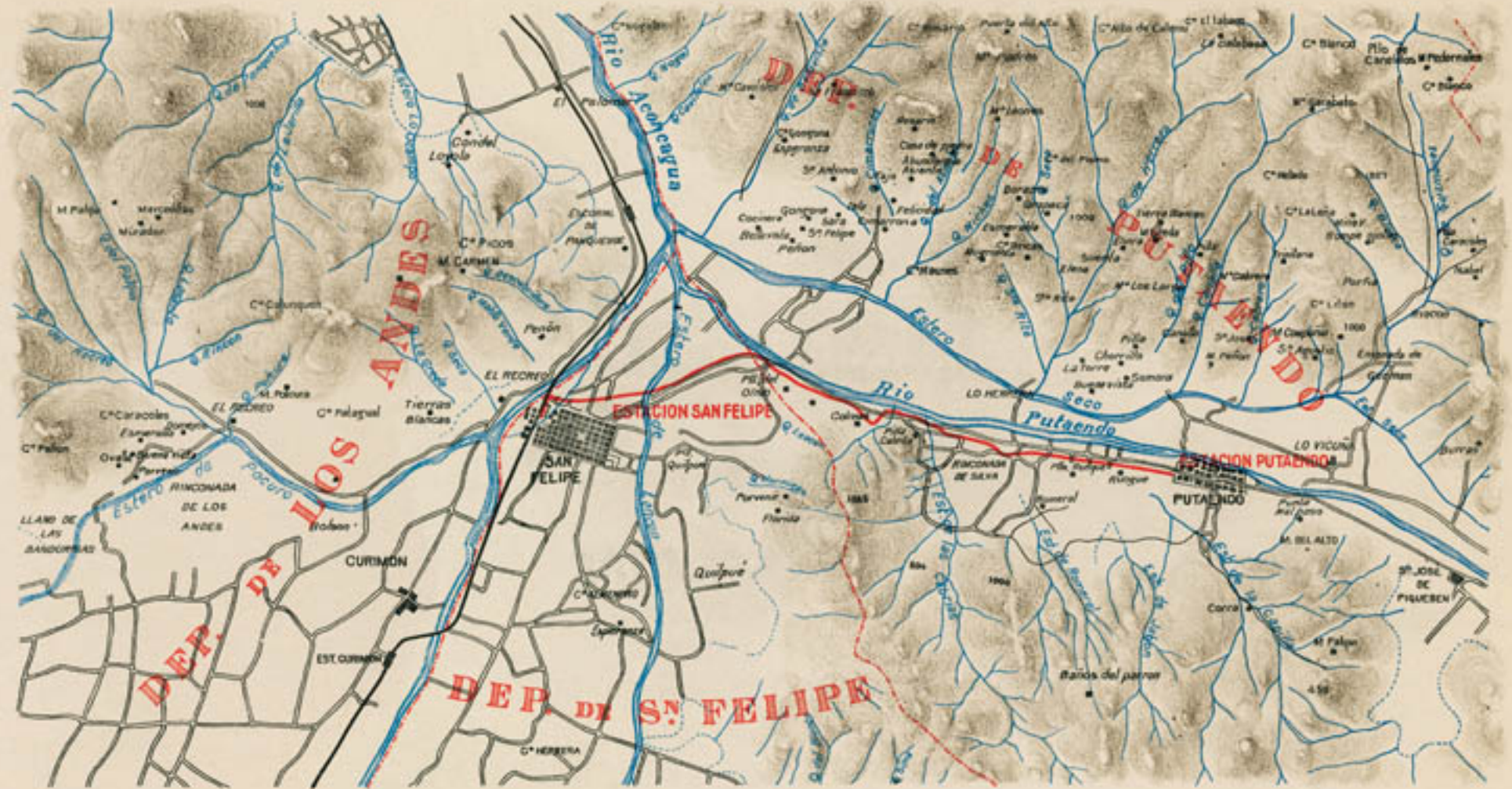
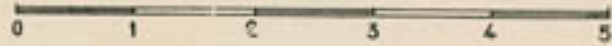
Sobre el estero de Lencón, en el kilómetro 2,680, se proyectó un puente de acero de 20 metros de luz con dos tramos y es el más importante de la línea, habiéndose desviado en parte el actual lecho del estero para la mejor ubicación del puente.

Pasado el estero de Lencón la línea se acerca al camino a Putaendo hasta una distancia de 16 metros siguiendo más o menos paralelamente a él, hasta cruzarlo, a la entrada de los cerros de la Punta del Olivo. El terreno que cruza es siempre plano dividido en pequeñas propiedades, dedicado a pasto y chacarería.

En el kilómetro 4,240 cruza el canal de derrames llamado de Los Huinganes, punto hasta donde baja la línea para comenzar la continua subida hasta Putaendo; constituyen, pues Los Huinganes el punto más bajo del trazado.

FERROCARRIL DE SAN FELIPE A PUTAENDO

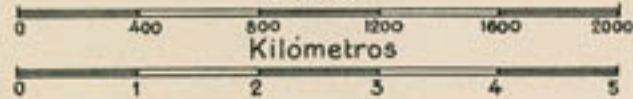
Kilómetros



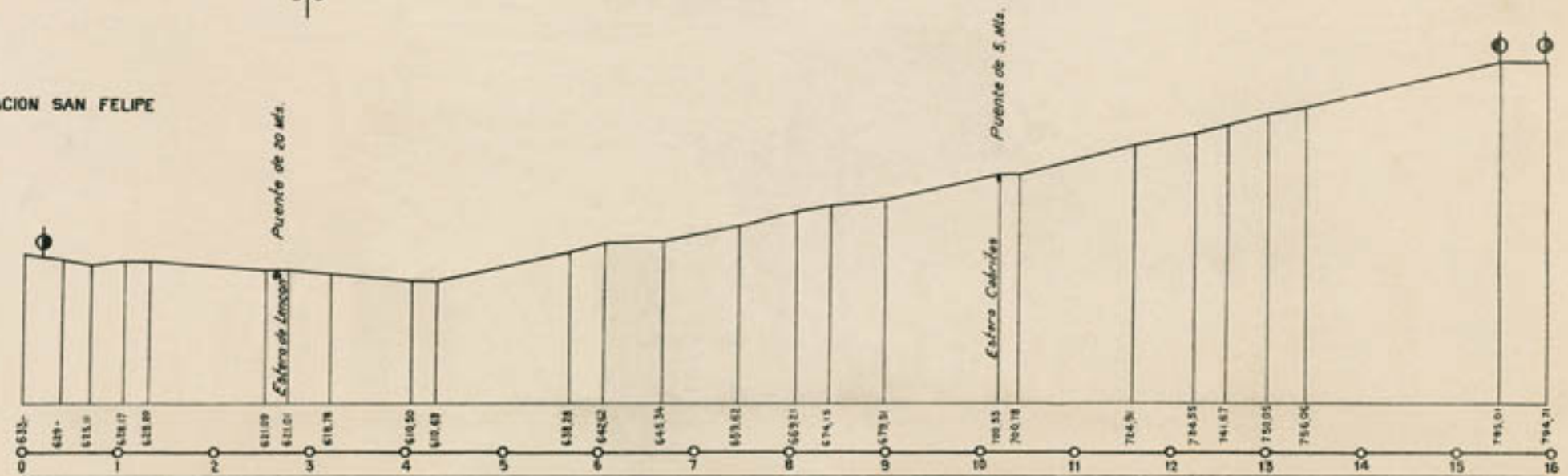
ESTACION DE PUTAENDO

PERFIL LONGITUDINAL

Escala
Metros



ESTACION SAN FELIPE



En el cruce del camino público antes de entrar a los cerros de la punta del Olivo (km 5,360) ha habido necesidad de desviar el camino para tener un paso a nivel en buenas condiciones tanto más necesario, cuanto que allí se juntan el camino público y el camino del Asiento, importante lugar del otro lado del río Putaendo.

En los cerros de la Punta del Olivo el río en sus creces ha dejado escasísimos terrenos de planeo y la línea ha tomado en gran parte el camino público, por lo que ha sido necesario desviarlo entre los kilómetros 5,650 y 6,600 como asimismo el canal que actualmente acompaña constantemente al camino.

Al salir de la Punta del Olivo sigue siempre la línea por el camino público, el cual, a pesar de tener un ancho de 12 metros, ha habido necesidad de ensanchar para que quede en las condiciones que requieren las pequeñas propiedades que hay a uno y otro lado del camino.

Saliendo de éste (km 7,440) la línea entra en la puntilla de Las Coimas, obligando nuevamente a desviar el camino público en esta parte. Deja la puntilla (km 7,800) para desarrollarse en parte de la Rinconada de Las Coimas, cruzar el camino público en el kilómetro 8,640 y tomar enseguida los terrenos riberaños del río Putaendo en parte quitados al lecho del mismo.

En el kilómetro 9,460 concluyen los terrenos aprovechables; el río se estrecha contra los cerros de Las Coimas de laderas muy escarpadas, y que han obligado otra vez más a que la línea tome el camino carretero y, por tanto, a desviar éste del lado del río. A la salida de estos cerros se encuentra el estero de Los Cabritos y el camino a Tabolango, que corre por su orilla, los que vienen a encontrar el camino público y canal que corre por su costado, todo lo cual complicaba el paso de la línea y trajo por resultado la desviación del estero a un cauce artificial ya existente y que sólo se ha ensanchado, el cambio del puente carretero actual por otro al costado del puente del ferrocarril alargando las albañilerías, una pequeña desviación del camino a Tabolango y finalmente la desviación del canal por el cauce del estero.

Cruzado el estero de Los Cabritos (km 10,266) por un puente de 4,50 m de luz, la línea sigue por el camino público hasta el kilómetro 11,140, no habiendo necesidad de ensancharlo en esta parte, pues cuenta con 25 metros de ancho. Al salir del camino público, cruza el callejón a la Rinconada de Silva y se interna algo en las propiedades para acercarse nuevamente en el kilómetro 12 al camino público y seguir paralelo a corta distancia de él, cruzando numerosas propiedades que se multiplican más y más antes de llegar a la estación de Putaendo, la cual a inmediaciones del pueblo está ubicada en terrenos de cultivo de bastante valor, pero donde la propiedad no se encuentra tan subdividida.

Trocha y plataforma

La trocha es de un metro y tanto la plataforma como los taludes de los terraplenes se ajustan a los perfiles tipos de la D.O.P. En los cortes los taludes son de 1/1 en terreno blando y 3/1 en la roca que en general es dura.

FERROCARRIL DE SAN FELIPE A PUTAENDO
032ENC

Gradientes

A la salida de la estación de San Felipe la línea comienza a bajar con pendientes de 10 a 13 por mil hasta el kilómetro 0,700, donde sube en 347 metros y con 9 por mil; vuelve Enseguida a bajar con pendientes que no suben de diez por mil, cruzando el estero de Lencón a nivel en 240 metros, hasta el kilómetro 4,040 donde hay un nivel de 280 metros y siendo éste el punto más bajo de la línea (610,44). Desde aquí la línea sube continuamente con gradientes que varían de 9 a 21 por mil hasta la estación de Putaendo, a la cual se ha dado una pendiente de 1 por mil para disminuir el movimiento de tierras, llegándose allí a la cota 795,01 m.

La diferencia de nivel salvada es de 162,21 m y la suma de las contragradientes alcanza 25,39 metros.

Rectas y curvas

El largo total del trazado se descompone como sigue:

Rectas	13,13386	kilómetros
Curvas	2,96614	kilómetros
Total	16,10000	kilómetros

Lo que da un 18,42% de vía en curva.

El número de curvas llega a 34, cuyo detalle se encuentra en el cuadro respectivo, y el radio mínimo usado ha sido de 80 metros.

Movimiento de tierras

Los cubos totales son los siguientes:

Cortes de la línea	34.588,3
Empréstito	26.846,7
Terraplenes	41.635,7
Depósitos	19.799,3

En los cuadros respectivos se encuentra el detalle de los cubos de los cortes y terraplenes, la clasificación de las tierras y su distribución y distancias de transporte. La clasificación se ha hecho en vista de los sondeos efectuados, siendo de advertir, además, que la mayoría de los cortes están en barrancos que dejan perfectamente a la vista la naturaleza del terreno.

Los precios medios consultados comprenden todos los gastos que el movimiento de tierra pudiere ocasionar, como asimismo el costo de roce y descepadura al cual no se le ha dado precio especial por ser de escasísima importancia.

El valor de los empréstitos ha sido incluido en el precio medio de los terraplenes.

El resto de las obras de tierra concerniente a la desviación de cursos de aguas, caminos, etc., se encuentra detallada en los cuadros respectivos.

Expropiaciones

La propiedad se encuentra muy subdividida en todo el trayecto que recorre la línea y, por consiguiente, los terrenos son de valor, muy especialmente en la vecindad de las ciudades de San Felipe y Putaendo, donde además cuentan con el agua necesaria, elemento que se hace muy escaso en el resto de los terrenos en los años de sequía. Éste es el principal factor que hay que tener en cuenta en el avalúo de los terrenos, pues por lo demás las tierras son muy productivas. Numerosos son los propietarios expropiados.

Cierro de la línea

Toda la línea será cerrada por ambos lados, por un cierro de roble con cinco corridas de alambre. Está también consultado el cierro en la misma forma de los caminos desviados o ensanchados como queda explicado en el cuadro respectivo.

El cierro de las estaciones será de madera de roble; postes y entablado conforme al tipo de la D.O.P.

El cierro de la línea comprende también las puertas de los pasos a nivel y de las estaciones.

Alcantarillas y puentecitos

La mayoría de estas obras son de poca importancia, su totalidad está destinada a dar pasos a acequias de regadío, canales matrices de poca importancia, y canales de desagüe. Las quebraditas que bajan de los cerros de la Punta del Olivo y de Las Coimas son de ninguna importancia, y bastará para recoger las aguas lluvias que bajen por ellas con los fosos de secamiento de la línea.

El trazado en su totalidad, salvo en los cerros ya nombrados, va por terreno plano, lo que ha permitido agrupar las obras de arte en cuestión por tipos, y dado la facilidad de presentar un sólo dibujo en cada tipo con un cuadro adjunto donde se detallan todos los demás datos necesarios para la construcción de la obra, acompañándose además el plano de situación de cada una de ellas.

El número total de estas obras menores por construir alcanza a 54, que se clasifican como sigue:

23 puentecitos de	1 m
21 puentecitos de	1,50 m
1 puentecito de	2 m
3 tubos de	0,60 m
2 tubos de	0,80 m
4 sifones de	0,80 m

Puentes metálicos

Puente carretero. Dos son los puentes metálicos consultados: uno de 20 metros, en dos tramos de 10 metros de luz, en el kilómetro 2,680 sobre el estero de Lencón o Quilpué; y un segundo de 4,50 de luz sobre el estero de Los Cabritos en el kilómetro 10,266. Ambos puentes deben ser proporcionados y colocados por el contratista.

El puente carretero sobre el estero de Los Cabritos se ha ubicado al lado del puente del ferrocarril, para lo cual se han alargado las albañilerías de éste hasta dar cabida al tablero de madera del puente en cuestión.

Obras especiales

Hay varios puntos en que la línea puede ser amagada por las creces del río Putaendo, pero como de las averiguaciones hechas y de las demostraciones de la última crece resulta que el cauce que se labró se encuentra cargado a la ribera opuesta, en general, se ha estimado no ser de necesidad inmediata la defensa de la línea en estos puntos; sin embargo, en los cerros de Las Coimas hay demostraciones de que un brazo de río ha chocado contra estos cerros, por cuyo motivo el camino que en esta parte ha sido desviado hacia el río, se ha defendido con un enrocado de piedra, lo que servirá al mismo tiempo de defensa de la línea.

Pasos a nivel

Se han proyectado de tres clases: de 2,50 metros sólo para el tráfico de animales, de 5 metros en los caminos vecinales o particulares con tráfico de carretas, y de 8 metros en el camino público de San Felipe a Putaendo. Todos ellos se han consultado conforme a los tipos completos de la Dirección de Obras Públicas, habiéndose suprimido los guarda-rieles y tablonés en los de 2,50 metros.

Vía permanente

Está consultada, sin variación alguna, según los tipos de la Dirección de Obras Públicas. Los rieles y accesorios; cambios y cruzamientos completos, serán proporcionados por el contratista.

Estaciones

Dos son las estaciones proyectadas: la de San Felipe y la de Putaendo. La primera se encuentra ubicada parte en terreno de la estación del mismo nombre del ramal de Los Andes y parte en terrenos expropiados colindantes. No se han proyectado en ella sino las obras más indispensables, previendo que las de la estación existente completen las necesarias para el servicio. La parte ocupada en la estación actual está enteramente libre, salvo una pequeña parte donde se encuentra una construcción

de poca importancia, de habitaciones para empleados; con todo, se ha respetado dicha construcción, aunque no sería costoso trasladarla a otra parte de la actual estación que cuenta con sobrado espacio.

En la estación Putaendo se han consultado todas las obras necesarias para el servicio, conforme a los tipos de la Dirección de Obras Públicas.

Casas para camineros

Se han consultado tres: la primera, en el kilómetro 2,700, se podrá levantar en los terrenos libres del estero de Lencón; la segunda, en el kilómetro 7.840, se puede edificar en terreno libre ocupado antes por el camino público y que ha sido desviado en esta parte; y la tercera, en el kilómetro 13,200, al borde del camino de la Rinconada de Silva que cruza la línea en esta parte.

Provisión de agua

Como ésta existe ya en la actual estación de San Felipe, fácil será hacerla extensiva a la nueva proyectada; y en Putaendo se utilizará el agua potable de que está dotado el pueblo.

Materiales para la construcción

La totalidad de las obras de arte, con excepción de las del estero de Cabritos, han sido proyectadas de concreto por ser la grava o ripio el material de más fácil adquisición en toda la línea; en los cuatro primeros kilómetros, puede sacarse el ripio, como también la arena, ya sea del río Aconcagua, o bien de los fosos de los empréstitos del lado de la vía, pues los sondajes han dado en buen ripio después de un poco más de un metro de tierra, o bien del estero de Lencón. Después del kilómetro 4,000, se tiene siempre próximo el río Putaendo con el mismo objeto.

En las albañilerías de los puentes de Los Cabritos se ha usado la piedra por encontrarse allí a mano en los cerros de Las Coimas.

El lastre podrá sacarse tanto del río Aconcagua para la primera parte, como del río Putaendo para el resto, eligiendo cascajo de tamaño conveniente.

Plazo de construcción

Las facilidades de todo género que ofrece la región, tanto en operarios como en elementos de transportes y aprovisionamiento, hacen que un plazo de diecisiete meses sea suficiente para la completa refinación de la línea.

Presupuestos

Se consultan en moneda de oro de 18 peniques: los materiales de la vía permanente, la superestructura de los puentes metálicos y demás armaduras también metálicas;

el resto de las obras y materiales están consultados en moneda corriente. Los precios adoptados aseguran al contratista una utilidad líquida no inferior a un 10%.

La partida en moneda corriente asciende a \$625.210,94 y la en oro de 18 d a \$185.528,54.

Zona de atracción

Toda la región atravesada por el ferrocarril, a uno y otro lado del río Putaendo, hasta el pueblo de este nombre, se compone de pequeñas propiedades que, según su extensión, se dedican al cultivo del trigo, cebada, chacarería y arboledas frutales, siendo este último ramo de bastante importancia. Más allá de Putaendo, remontando el valle, se encuentran tres grandes haciendas de que pronto hablaremos, dedicadas muy especialmente a la industria del pasto aprensado y a la ganadería.

En la ribera derecha del río se encuentran los siguientes lugares:

El Asiento, subdelegación cuya extensión regada se estima en 1.200 cuadras cuadradas, con un valor de 2.000 a 2.500 pesos la cuadra; la propiedad está muy subdividida y dedicada a los cultivos ya citados. Actualmente el tráfico de sus productos lo hacen a San Felipe por un camino que cruza el río Putaendo frente a los cerros de la Punta de Olivo y que empalma con el camino público precisamente al comienzo de estos cerros, o sea, en el kilómetro 5.400. Hay otros caminos que cruzan el río más arriba dedicados al tráfico local.

Es de advertir que para atraer la carga de este lugar hacia el ferrocarril se necesita desde luego un paradero en situación adecuada y un puente sobre el río, que asegure el tráfico en toda época del año.

La Rinconada de Guzmanes, lugar de propiedad muy subdividida, cuenta con una superficie regada de más o menos 150 cuadras, muy productivas por tener suficiente agua. Sus productos salen actualmente a San Felipe por el camino de El Asiento, a pesar de su proximidad a Putaendo, por separarlos el río, sobre el cual no existe puente carretero.

En la ribera derecha hay aún que citar la quebrada de Herrera, paraje de pequeña extensión pero muy poblado, dedicado exclusivamente al cultivo de arboledas y chacarería que en gran parte se consume en Putaendo.

En la ribera izquierda del río Putaendo, que es por donde va la línea, se encuentran los siguientes lugares:

Rinconada de Las Coimas, entre los kilómetros 7 y 9, tiene una extensión de 100 cuadras cuadradas, de propiedad muy subdividida y terrenos muy productivos cuando cuentan con el agua suficiente.

Rinconada de Silva, entre los kilómetros 10 y 13, lugar muy importante por la bondad de su suelo, cuenta con una extensión de 300 cuadras regadas; la propiedad está muy subdividida y su producción está sujeta a las variantes del caudal de aguas que recibe.

Quedan, por último, los terrenos alrededor de Putaendo, que con una extensión de poco más de 300 cuadras regadas, completan la zona de las pequeñas propiedades, siguiendo en seguida, valle arriba las haciendas de Vicuña, el Tártaro y San José de Piguchén.

Las dos primeras, de propiedad del Banco de Chile, fueron adquiridas por \$1.800.000, cuentan con 1.300 cuadras de riego y están dedicadas muy especialmente a la industria del pasto prensado, alcanzando su producción a 150.000 fardos anuales. También producen trigo, cebada y leña en cantidades importantes, y según los datos recogidos, la producción de trigo ha sido de 5.000 fanegas, la de cebada de 3.000 fanegas, y se han cortado 14.000 cargas de leña con peso 130 kilos por carga.

La hacienda de San José de Piguchén, de propiedad del señor Michell, está valorizada para los efectos de la contribución municipal en \$ 600.000; cuenta con 600 cuadras regadas y extensas serranías. Su producción es la siguiente: 3.000 fanegas de trigo y cebada, 25.000 fardos de pasto, 2.500 arrobas de chacolí y otros productos como leña y minerales que se estiman en 3.000 toneladas por año.

Existen además en la región numerosas minas, algunas de importancia como son las antiguas minas de Las Coimas, muy ricas en minerales de cobre, pero hoy día en completo abandono a causa del agua que ha anegado sus labores. Escasas son las que están en actual trabajo, pero que indudablemente el abaratamiento de los fletes que traerá el ferrocarril dará nueva vida a la industria minera.

Carga que moverá el ferrocarril

Por los datos recogidos sobre el terreno y proporcionados por vecinos caracterizados, a falta de estadísticas, se ha llegado al siguiente cómputo de toneladas de carga por extraer de la región:

El Asiento	9.600 toneladas
Rinconada de Guzmanes	250 toneladas
Quebrada de Herrera	200 toneladas
Rinconada de Silva y de Las Coimas	2.500 toneladas
Alrededores de Putaendo	2.600 toneladas
Hacienda de Vicuña y Tártaro	7.500 toneladas
San José de Piguchén	2.500 toneladas
TOTAL	25.150 toneladas

La carga por internar se puede estimar en 300 kilos por habitante, lo que daría un total de 3.240 toneladas por año; y por lo que respecta al movimiento de equipajes podremos tomar un tercio de la cifra anterior, o sea, 1.080 toneladas.

En resumen, se llega a un total general de 29.470 toneladas que movilizar en el año.

Habitantes y número de viajes probables

Según el último censo, la región servida por el ferrocarril cuenta con la siguiente población:

El Asiento	1.933 habitantes
Rinconada de Guzmanes	1.407 habitantes
Quebrada de Herrera	1.735 habitantes
Rinconada de Silva y Las Coimas	1.675 habitantes
Putando	2.790 habitantes
Haciendas	1.219 habitantes
TOTAL	10.759 habitantes

Teniendo presente que una fuerte proporción de estos habitantes son propietarios y productores, podremos estimar que el número de viajes probables simples será de 10.759×3 , o sea, 32.277 viajes simples en el curso del año.

Incrementos de viajes y carga futura

La gran subdivisión de la propiedad y el cultivo intensivo de ella son dos factores que hacen esperar un pronto incremento de la producción, como consecuencia de las facilidades de transporte y abaratamiento de fletes que traerá consigo el ferrocarril y, por consiguiente, no será aventurado esperar un incremento de un 8% tanto en los viajes como en la carga, a semejanza de lo observado en los ferrocarriles de la red central, tanto más que la proximidad de esta región a los grandes centros de consumo, hace de día en día más valiosos sus productos.

Número de trenes, su capacidad, locomotoras y material rodante

Para proceder a este estudio, nos fijaremos como tipo de locomotora una de tres ejes acoplados con peso de 39 toneladas, en servicio, 34 toneladas en vacío, peso adherente de 33,2 toneladas y tender también de tres ejes con 20 toneladas de peso total. Se tendrá además presente que la gradiente máxima es de 21 milímetros y el radio mínimo de 80 metros, fijándose una velocidad de 20 kilómetros por hora para estas condiciones.

Esta locomotora tipo tendrá un poder de tracción de 4.624 kilos, pudiendo, por lo tanto, arrastrar un peso de 90 toneladas, que será el peso máximo del tren en las condiciones más desfavorables.

La carga diaria por movilizar es más o menos de 90 toneladas, de modo que no bastará un sólo tren para el acarreo, pues tenemos que descontar el peso de los carros.

Los carros de carga los podemos tomar de dos tipos: carro plano, que pesa 7,5 toneladas y carga 12 y carro bodega, que pesa 8 toneladas y carga otras 8 toneladas. El tren podría entonces formarse por dos carros bodega y tres carros planos, que dan un total de 89,5 toneladas de peso del tren, llevando 52 toneladas de carga útil. Esto nos indica la necesidad de dos trenes de carga diarios, compuestos en la forma ya expuesta.

Habría, además, necesidad de un tren de pasajeros de ida y vuelta, que se compondría de un coche de primera clase, con un peso total de 14 toneladas, uno de

segunda clase con un peso total de 16 toneladas y un carro de equipaje y correo con peso de 20 toneladas, lo que daría un tren de 50 toneladas, al cual podría agregársele un carro de carga privilegiada.

Según lo expuesto, el material rodante necesario para indicar la explotación de la línea, tomando en cuenta repuestos, carros disponibles para la formación de trenes, etc., sería el siguiente: 4 locomotoras, 2 coches de pasajeros de primera clase, 2 coches de pasajeros de tercera clase, 2 carros para equipaje y correo, 10 carros bodegas y 15 carros planos. Este material no necesitaría aumentarse antes de dos años, salvo circunstancias imprevistas.

Consumo de tracción. Gastos de explotación

Para la locomotora tipo de 39 toneladas de peso en servicio, tendremos consumo máximo de carbón de 702 kilos por hora en pleno trabajo; con esta base y teniendo en cuenta que el viaje de ida a Putaendo tiene tres cuartas partes de constante subida, pero que por el contrario, la vuelta tiene otro tanto de bajada y que en ese sentido se moverá la mayor cantidad de carga, y teniendo presente, por otra parte, el consumo práctico proporcionado por las últimas memorias de los Ferrocarriles del Estado, he llegado a la conclusión que con un consumo diario de 2,5 toneladas pueden satisfacerse las necesidades del tráfico.

Por lo que respecta al consumo de aceites, grasa e hilas, teniendo a la vista datos de la memoria ya citada, puede fijarse como sigue el consumo diario: 4 litros de aceite, 3 kilogramos de grasa y 2,5 kilos de hilas, con un gasto total de \$ 4,25.

Los demás gastos de explotación pueden dividirse en las siguientes partidas: personal de los trenes, servicio de estaciones y maestranza, servicios de camineros, conservación y renovación de la vía, conservación del material rodante e imprevistos.

Creo inútil entrar a detallar estas partidas y sólo haré presente que ellas se encuentran ajustadas a un gasto mínimo, tanto en el personal como en los materiales; que tratándose de la vía se ha supuesto a los durmientes una duración máxima de 8 años, y que en lo referente al material rodante consulta tan sólo su conservación y no su renovación e incremento.

Copio a continuación las cifras a que he llegado en la evaluación anual de los gastos de las diversas partidas que he tratado y cuyo conjunto forma el total de los gastos de explotación durante un año:

Carbón	\$ 18.250
Aceites, grasa, hilas	\$ 1.600
Personal de los trenes	\$ 19.700
Servicio de estaciones y maestranza	\$ 38.000
Servicio de camineros	\$ 17.280
Conservación y renovación de la vía	\$ 10.000
Conservación del material	\$ 4.000
Imprevistos	\$ 5.000
TOTAL	\$113.830

Largo virtual de la línea

El que vamos a calcular es el que se relaciona con el trabajo mecánico que se desarrolla, o sea, el esfuerzo de tracción, pues es uno de los largos virtuales que permite mayor exactitud y que da una idea bastante completa de la mayor o menor bondad del trazado.

Copio a continuación los datos referentes a las gradientes, pendientes y curvas en un viaje de ida, o sea, de subida. Los trozos con gradiente son los siguientes:

601 metros con gradiente de	4 milímetros por metro
897 metros con gradiente de	9 milímetros " "
380 metros con gradiente de	13 milímetros " "
1.040 metros con gradiente de	15 milímetros " "
600 metros con gradiente de	16 milímetros " "
3.370 metros con gradiente de	18 milímetros " "
2.060 metros con gradiente de	19 milímetros " "
1.540 metros con gradiente de	20 milímetros " "
699 metros con gradiente de	21 milímetros " "

Los trozos con pendiente son los siguientes:

540 metros con pendiente de	1 milímetro por metro
445 metros con pendiente de	5 milímetros " "
1.200 metros con pendiente de	6 milímetros " "
1.235 metros con pendiente de	10 milímetros " "
300 metros con pendiente de	13 milímetros " "

He aquí los trozos en curva con los radios correspondientes:

505,22 metros con radio de	80 metros
525,92 metros con radio de	100 metros
144,98 metros con radio de	140 metros
342,91 metros con radio de	150 metros
841,61 metros con radio de	200 metros
352,40 metros con radio de	300 metros
253,11 metros con radio de	1.000 metros

La fórmula empleada es la siguiente:

$$Lv = Lo + \frac{1}{2} \left(\frac{\sum 1s \cdot i}{5} + \frac{\sum 1b \cdot i}{5} \right)$$

en la cual

- Lv = largo virtual total
- Lo = largo efectivo
- $1s$ = trozos en pendiente subiendo
- $1b$ = trozos en pendiente bajando
- i = pendiente en milímetros

El número 5 representa la resistencia en kilos por tonelada de peso de tren en recta y horizontal, y la resistencia de las curvas se asimila a una gradiente cuyo valor se calcula por la fórmula:

$$\frac{500 \times t}{R}$$

Siendo t la trocha y R el radio.

Las operaciones han dado el siguiente resultado:

$$L_v = 16.100 + \frac{44.373,59}{2} = 38.286,79, \text{ o sea, } 2,378 \text{ veces la proyección horizontal.}$$

VÍCTOR CARO TAGLE.
INGENIERO CIVIL

DE PAINE A TALAGANTE

I. Consideraciones generales

El objeto del ferrocarril y su importancia

El ferrocarril en estudio tiene por objetivo disminuir la distancia de acarreo a San Antonio de los productos de la zona central.

Para apreciar la importancia que esta línea está destinada a adquirir una vez construido el puerto de San Antonio, basta considerar que la distancia real entre Paine, punto elegido para su arranque de la línea central, y Talagante, de 72 kilómetros por la vía actual, quedará reducido a 25,6 kilómetros por la vía directa a que se refiere el presente estudio.

De la comparación de las longitudes virtuales de ambas vías y de la conveniencia de alivianar el tráfico de la sección comprendida entre Paine y Santiago se deducen serios argumentos a favor de la construcción de este ferrocarril.

Sus normas

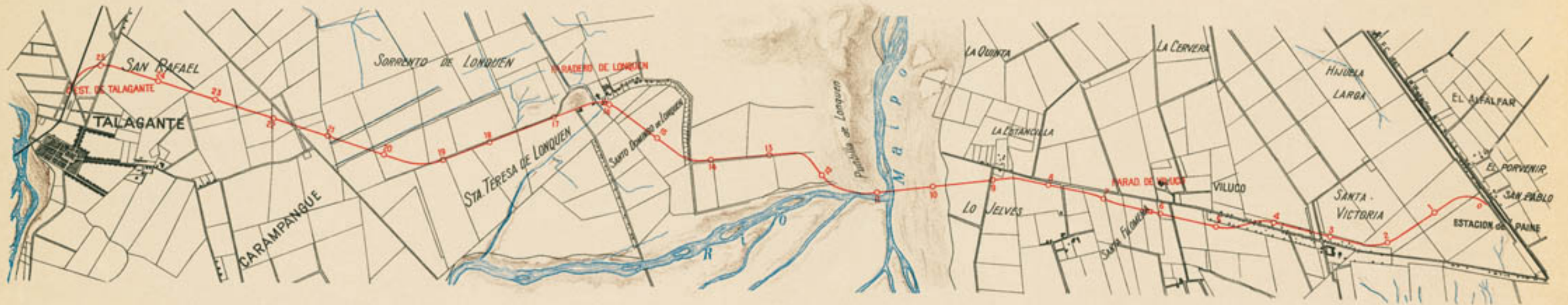
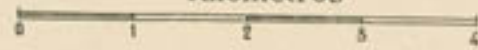
El objeto de la línea justifica sus normas. Para aprovechar efectivamente la diferencia de distancias reales se estimó conveniente imponer las pendientes y curvas correspondientes a normas de líneas de primer orden, de las cuales sólo ha sido necesario apartarse, con muy justificadas razones, en una pequeña extensión del trazado.

El servicio de la zona atravesada es sólo secundario

En un ferrocarril como el que constituye el objeto del presente estudio, el servicio de la zona atravesada está subordinado al acarreo de tránsito. Esta circunstancia se ha tomado muy en cuenta en la elección del trazado.

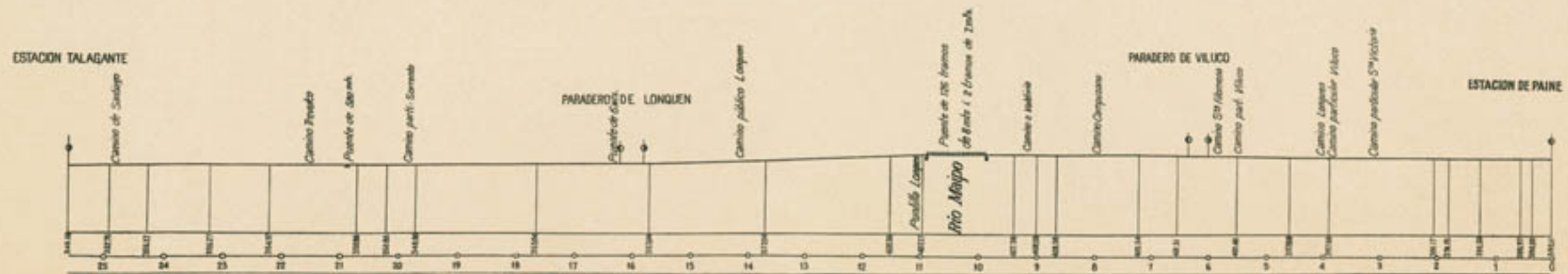
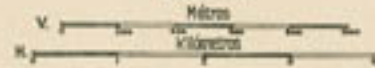
FERROCARRIL DE PAINE A TALAGANTE

Kilómetros



PERFIL LONGITUDINAL

Escalas



II. Comparación entre los diversos trazados

Trazados posibles

La línea central puede unirse ventajosamente con Talagante por medio de ramales que partan de Paine, de Linderos o de Buin.

Criterio para la elección

De este trazado deberá elegirse el que cumple mejor con su objeto principal, es decir, el que permita acarrear más económicamente a San Antonio los productos de la zona central: el costo del acarreo que intervendrá en la comparación deberá naturalmente comprender el interés del capital invertido en la línea.

Figurarán en segundo término el estudio comparativo y la importancia de las localidades servidas por los diversos trazados.

Para establecer la comparación, se necesita conocer:

- a) La carga probable del ferrocarril y su procedencia;
- b) El largo virtual de cada uno de los trazados;
- c) El costo total de acarreo por tonelada kilómetro virtual;
- d) El costo aproximado de cada uno de los trazados.

a) Carga probable

El tráfico del ferrocarril en estudio depende casi en su totalidad de la carga que se movilice por el puerto de San Antonio y será una fracción de ella, fácil de estimar aproximadamente.

Es por consiguiente de gran interés conocer el movimiento probable de San Antonio y las bases que han servido para evaluarlo.

El ingeniero don Gerardo Van Brockman, estudiando la repartición de la carga de la zona central entre Valparaíso, San Antonio y Constitución, clasifica las mercaderías transportadas por ferrocarril en tres categorías. Comprende la 1^a la movilizada por cargamentos de buques completos, como el carbón de piedra; en la 2^a las movilizadas a bordo por grandes cantidades y en ferrocarril por carros y trenes completos, como la cebada, el pasto, etc.; y en la 3^a comprende las mercaderías de cargamentos surtidos, como géneros, muebles y utensilios.

En atención a la pequeña economía relativa que para esta última clase de carga significa el cambio de ruta y otras consideraciones de carácter comercial, estima el señor Brockman que sólo la carga de las dos primeras categorías irá por la vía de San Antonio.

Después de fijar la clase de mercadería que se movilizará por este puerto, pasa el ingeniero citado a estimar la zona de atracción de San Antonio, considerando para este efecto, como en servicio el puerto de Constitución.

La zona que es económica de servir por San Antonio determinada en el proyecto por la comparación de los largos virtuales de las diversas vías, queda comprendida entre las estaciones de Lampa y San Antonio.

Así limitado el tráfico por San Antonio en su naturaleza y en su procedencia, se dedujo de los documentos originales de los Ferrocarriles del Estado y de la

estadística comercial de los años 1905 (2º semestre) y 1906 (1º semestre) como tonelaje anual de importación la cifra de 190.000 toneladas y como tonelaje anual de exportación la de 97.200 toneladas.

La fracción de esta carga que traficará por el ferrocarril en estudio, la hemos fijado basándonos en la comparación de las longitudes virtuales. En ciertos casos, razones del servicio de explotación harán que la carga proveniente de la zona así determinada siga la ruta de Santiago, pero en cambio en otros casos sucederá lo contrario y es natural suponer que entre ambos hay prácticamente compensación.

La zona de atracción del ferrocarril en estudio queda comprendida entre San Fernando y Nos; la carga anual correspondiente deducida de los datos es de 69.690 toneladas de las cuales corresponden 19.400 a la importación y 50.200 a la exportación.

Las estadísticas de los Ferrocarriles del Estado de los años 1906 y 1907, acusan un incremento de alguna consideración en el tráfico de la sección de línea central, comprendida dentro de la zona de atracción Nos-San Fernando. Aunque parece natural tomar como base para la evaluación de la carga probable las características de los últimos años, hemos estimado más lógico basarnos en las mismas consideraciones que han servido para fijar la capacidad de movilización del Puerto de San Antonio.

Las cifras ya indicadas como carga probable del ferrocarril a Talagante las incrementaremos, pues en la misma proporción que existe entre la capacidad de movilización del puerto de San Antonio, según el proyecto del señor Brockman² y la carga probable que se movilizará por este puerto según las estadísticas.

b) Largo virtual de los diversos trazados

Consignamos los resultados del cálculo de los largos virtuales de importación y de exportación de los trazados que se comparan.

Como casi la totalidad de la carga proviene de las estaciones situadas al sur de Paine, los trayectos que intervienen en la comparación son los siguientes:

Paine-Talagante

Paine-Linderos-Talagante

Paine-Buín-Talagante

Estas longitudes virtuales se dedujeron primeramente de los anteproyectos o reconocimientos. La correspondiente a la vía Paine-Talagante se corrigió en vista de los datos del proyecto definitivo.

Los resultados son los siguientes:

² Los malecones que consulta el proyecto Brockman son capaces de movilizar 500.000 toneladas anuales; pero han sido estudiados de manera que permitan ensanche.

El tonelaje anual que servirá de base será de 115.900 toneladas de las cuales corresponden 83.600 a exportación y 32.300 a la importación.

No se ha tomado en cuenta el tráfico de carga local ni el tráfico de pasajero a causa de su poca importancia relativa.

Vía Paine-Talagante:	
Longitud virtual de exportación	22,7 km
Longitud virtual de importación	31,2 km
Vía Paine-Linderos-Talagante:	
Longitud virtual de exportación	29,2 km
Longitud virtual de importación	39,4 km
Vía Paine-Buin-Talagante:	
Longitud virtual de exportación	31,9 km
Longitud virtual de importación	43,3 km

c) Costo total de acarreo por tonelada-kilómetro virtual

El ferrocarril de Talagante está destinado a ingresar en la red central del Estado; sus fletes serán los mismos que actualmente rigen en estas líneas y sus gastos totales podrán estimarse partiendo de las cifras unitarias deducidas de las estadísticas para las diferentes zonas de la red central.

Hemos adoptado como unidad para este cálculo la tonelada kilómetro virtual, admitiendo que los gastos totales de una línea son proporcionales a su tráfico expresado en estas unidades. Aunque esta suposición no corresponde estrictamente a la realidad, la aproximación que permite obtener es suficiente para un estudio comparativo.

La cifra obtenida como costo de la tonelada kilómetro virtual, según las estadísticas de 1907, es de \$ 0,034 con la aproximación que permiten los datos que aparecen en las memorias de los Ferrocarriles del Estado.

Aplicando este coeficiente al tráfico probable de la línea a Talagante con las longitudes virtuales de los diversos trazados, se obtienen los resultados que se anotan a continuación:

<i>Trazado</i>	<i>Costo total de explotación</i>
Paine-Talagante	\$ 98.500
Paine-Buin-Talagante	\$ 137.500
Paine-Linderos-Talagante	\$ 128.500

Existe una diferencia de \$ 39.900 anuales en los gastos totales de explotación entre el trazado directo por Paine y el trazado por Buin, y una diferencia de \$30.000 entre el primer trazado y la vía Paine-Linderos-Talagante.

Los trazados por Buin y por Linderos son, pues, prácticamente equivalentes.

Capitalizando estas cifras de gastos anuales se llega al resultado de que la economía del trazado por Paine es de unos \$ 600.000 en números redondos.

d) Costo aproximado de cada uno de los trazados

Para efectuar esta estimación no se ha tomado en cuenta el costo de la exportación, que es sensiblemente el mismo en todos ellos.

Los costos de construcción se dedujeron primeramente de anteproyectos o reconocimientos y fueron Enseguida rectificadas en vista del trazado definitivo del trazado por Paine.

Como se indica en otro lugar estos costos son sensiblemente iguales y ascienden a \$2.000.000 de 11 d.

Justificación del trazado por Paine

Comparando los diversos trazados en cuanto a su costo de construcción y explotación capitalizados, resulta una economía de \$600.000 a favor del trazado por Paine, lo que equivale a algo menos del 30% de su costo total.

Si se compara el costo de acarreo, agregando al costo total ya determinado el correspondiente al interés del valor invertido en la construcción, llegamos a la conclusión de que el trazado por Paine significa una economía de \$0,30 por tonelada transportada de la línea central a Talagante. Estos resultados justifican la elección del trazado por Paine.

Estimación de la economía anual que representa la construcción de esta vía

Es de interés conocer la economía anual que reportará al Estado la construcción de esta línea.

Su costo total, comprendiendo expropiaciones, ascenderá a \$2.300.000 aproximadamente; el interés correspondiente será de \$ 115.000 anuales.

Siendo de 116.000 toneladas la carga que actualmente trafica por la vía Paine-Santiago-Talagante y que trafficará después por la vía directa, y existiendo una diferencia de longitudes virtuales de 53 kilómetros entre ambas rutas, el tráfico de la red central disminuirá una vez en servicio la vía directa en 6.100.000 toneladas kilómetros virtuales. El costo de acarreo por tonelada kilómetro virtual es de \$0,034, por consiguiente, la Empresa de los Ferrocarriles del Estado tendrá un menor gasto de \$206.000.

Si la Empresa de los Ferrocarriles continúa cobrando la actual tarifa entre las estaciones de la línea central y Talagante, la diferencia entre esta cifra y el interés del capital invertido en la línea representará la verdadera economía del Estado, ascendente a \$90.000 anuales.

Por el contrario, si la Empresa de los Ferrocarriles del Estado aplica a la carga que transporta por la nueva vía las tarifas kilométricas existentes, la economía de \$2.206.000 anuales en los gastos de explotación se repartirá entre el público y la Empresa.

El público se beneficiará con las diferencias de fletes correspondiente a un menor kilometraje real de 46 kilómetros, diferencia que asciende a la cifra de \$32.000, según los datos que proporciona la estadística de 1907.

La situación de la Empresa en este caso sería la siguiente:

Menor gasto de explotación	\$ 206.000
Menor entrada por diferencia de kilometraje	\$ 132.000

Interés del capital invertido	\$ 115.000
Mayor gasto anual para el Estado	\$ 41.000

Conclusión

En resumen, puede decirse que la línea de Paine a Talagante cuando su tráfico anual alcance a 116.000 toneladas, cuota que le corresponde a su zona de atracción en el puerto de San Antonio, reportará una economía de \$90.000 anuales, después de deducir el interés del capital invertido. Esta economía se repartirá entre el Estado y el público en una proporción que dependerá de las tarifas que se apliquen.

En cuanto a la oportunidad de la construcción de esta línea, puede decirse que siendo su principal objeto el acortar la distancia a San Antonio de los productos de la línea central, convendrá iniciarla una vez contratadas las obras de ese puerto.

III. Memoria descriptiva

Trazado

La línea parte del extremo norte de la estación de Paine y sigue como dirección general la ruta que une la estación nombrada con la puntilla de Lonquén, punto elegido para la ubicación del puente sobre el río Maipo.

A partir de la ribera poniente de este río, sigue el trazado por un faldeo en una extensión de 500 metros para tomar Enseguida la dirección del caserío de Lonquén; después de atravesar el estero de ese nombre continúa el trazado por un camino particular en una extensión de 2,675 kilómetros para tomar después la dirección de Talagante. El empalme en esta estación se efectúa en su extremo oriente, algunos metros antes del paso a nivel del camino de Peñaflor.

En la elección del trazado se ha tomado muy en cuenta la condición de reducir a un mínimo los perjuicios ocasionados a las valiosas propiedades atravesadas por este ferrocarril.

Trocha y plataforma

La trocha es de 1,68, y tanto la plataforma como los taludes de los terraplenes se ajustan a los tipos de la D.O.P. En los cortes los taludes son de $\frac{1}{1}$ en los terrenos blandos y de $\frac{2}{1}$ en roca blanda.

Gradientes

Las gradientes son por lo general muy pequeñas; entre Paine y el río Maipo, la mayor es de 0,6%. Entre este río y el caserío de Lonquén hubo que admitir en una extensión de 2.720 metros una pendiente de 1,3%, que por las condiciones del terreno resultaba muy costoso evitar.

Conviene tener presente que el sentido de esta pendiente es favorable, pues la mayor parte de la carga de este ferrocarril trafficará en la dirección Paine Talagante.

Rectas y curvas

El largo total del trazado, primitivamente de kilómetros 25,59051 experimentó un aumento de 10,47 metros por la adopción de una variante entre los kilómetros 10,94056 y 11,35793. Hay en el trazado 19 curvas con un radio mínimo de 200 metros.

La longitud de la línea se descompone en rectas y curvas como sigue:

Rectas	20,88087
Curvas	4,72011

El desarrollo de las curvas es un 22% del largo total del ferrocarril.

Movimiento de tierras

Los terrenos atravesados son en su totalidad de regadío. Con el objetivo de reducir a un mínimo el número de sifones y de dejar la línea al abrigo de los aniegos producidos por el regadío, ha sido necesario llevar la línea en terraplén en gran parte de su extensión.

El cubo de los cortes es, pues, muy inferior al de los terraplenes y por este motivo se ha recurrido a empréstitos laterales obtenidos por medio del ensanche de los fosos de la vía.

En el perfil centrográfico se detalla la distribución adoptada para las tierras provenientes de cortes y la formación de los terraplenes.

El movimiento de tierras se descompone como sigue:

Cortes	46.993 m ³
Empréstitos	81.078 m ³
Terraplenes	122.587 m ³
Depósitos	5.484 m ³

Cierro de la vía

Se ha proyectado para la vía cierros del tipo de la D.O.P. con postes de roble y cinco corridas de alambre. El mismo tipo se empleará con los cierros de desviaciones de caminos. En las estaciones se empleará el cierro de fierro galvanizado, tipo de la D.O.P.

Obras de arte

La principal obra de arte de este ferrocarril es el puente sobre el río Maipo. En vista de las condiciones especiales de esta línea, se proyectó un puente con cepas de pilotes de hierro y con vigas de madera. La longitud total del puente es de 1.022 metros y tiene 128 tramos de 8 metros y 2 tramos de 7 metros.

Los estribos son de albañilería.

Las demás obras de arte son de poca importancia; fuera de una defensa de concreto armado ubicada de km a km. Las restantes son todos puentecitos, tubos o sifones destinados a dar paso a acequias de regadío.

El número de estas obras alcanza a 113 y se distribuyen como sigue:

Sifones	4
Tubos de 0,40 m	5
Tubos de 0,60 m	10
Tubos de 0,80 m	3
Tubos de 1.00 m	5
Puentes de 0,40 m	10
Puentes de 0,60 m	25
Puentes de 0,80 m	13
Puentes de 1.00 m	8
Puentes de 1.50 m	9
Puentes de 2 a 6 metros y otros especiales	21

Desviaciones de caminos

La principal desviación de caminos del proyecto está comprendida en los kilómetros 16,785 y 19,460. El camino proyectado en reemplazo del ocupado por la vía tendría un ancho total de 9,20 metros.

Pasos a nivel

Se han proyectado 21 pasos a nivel, de los cuales 3 son de 8 metros y 18 de 5 metros.

El tipo adoptado es el de la D.O.P. con las modificaciones necesarias para cada caso particular.

Vía permanente

Se ha adoptado sin variación el tipo de la D.O.P.

Paraderos

Se han consultado dos paraderos, en los kilómetros 6,030 y 15,800.

En la confección del proyecto se ha tenido presente la posibilidad de transformación de estos paraderos en estaciones cuando las necesidades del tráfico lo exijan.

Casas para camineros

Se consultan dos: una en el kilómetro 9,940, en la ribera oriente del río Maipo, y otra en el kilómetro 17,000, en los terrenos que se expropiarán para empréstitos.

Materiales de construcción

Casi la totalidad de las obras de arte han sido proyectadas de concreto, por no existir piedra de construcción. El cascajo y la arena para las albañilerías deberán extraerse del río Maipo y del río Mapocho. El lastre habrá que extraerlo de los mismos ríos.

Plazo de construcción

El poco movimiento de tierra y las facilidades de todo género que ofrece la región tanto en abundancia de operarios como en medio de transporte hace que un plazo de 16 meses sea suficiente para el completo término de la obra.

Presupuesto

Se consulta en oro de 18 d para los materiales de acero para la vía, pilotaje del puente sobre el río Maipo, ferretería para los puentecitos y acero para el concreto armado.

El resto del presupuesto se consulta en moneda corriente, y sus partidas respectivas ascienden la primera a \$459.312,87 y la segunda a \$1.235.422,07.

MANUEL OSSA C. Y RAFAEL EDWARDS.
INGENIEROS CIVILES

RANCAGUA A DOÑIHUE

El ferrocarril, de trocha de un metro, unirá dos centros cuyas poblaciones son de 12.000 y 6.000 habitantes: las comunas de Rancagua y Doñihue. Esta última tiene una extensión de nueve a diez mil cuerdas de riego, cuya producción necesita fácil salida a la línea central la cual actualmente se hace por un camino carretero que se corta en los inviernos. Con estos datos es fácil deducir que la producción de nueve mil cuerdas de riego dará una fuerte utilidad a la explotación de este ferrocarril.

Para las pequeñas obras de arte se ha consultado el concreto tanto por ser más rápida su ejecución como por la dificultad de transportar la piedra de construcción que sólo existe en Punta de Cortés.

La defensa que se consulta en Lo Miranda es una obra que se impondrá aun sin la construcción del ferrocarril. He creído más racional proyectarla de pilotaje en vista del resultado obtenido en la región del norte con los enrocados.

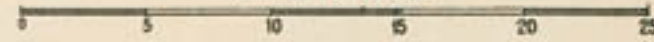
Memoria justificativa del trazado definitivo

- a) Descripción del trazado de trocha de 1 m.
- b) Comparación del trazado definitivo con el anteproyecto
 - a) La ruta que sigue el ferrocarril que nos ocupa, es (en general) al poniente y más o menos la indicada en el anteproyecto Mac-Dogall, modificándole el rumbo en aquellas partes en que estimé que no era acertada la ubicación que le daban los planos.

El trazado tiene el kilómetro 0 k a 60 m. de la puerta sur de la estación de Rancagua, gira 90° al poniente hasta el kilómetro 9, con una inflexión en el kilómetro 7, salva el estero de La Cadena con un tramo de 40 metros

FERROCARRIL DE RANCAGUA A DOÑIHUE

Kilómetros

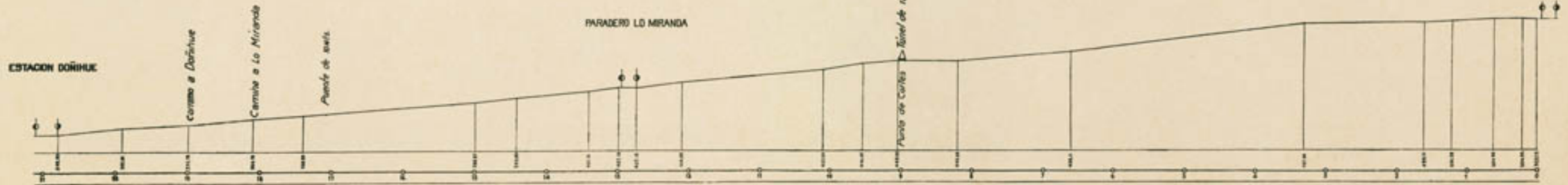
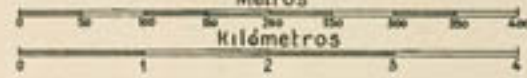


PERFIL LONGITUDINAL

Escalas

Métros

Kilómetros



para pasar en túnel la Punta de Cortés, y seguir en línea recta entre el río y el camino cruzando por la parte alta de la isla, hasta llegar a Doñihue.

b) El anteproyecto consultaba colocar el empalme dentro de la vía principal de la estación de Rancagua, inaceptable si se toma en cuenta:

1° El gran tráfico de trenes de trocha de 1,68 en la estación;

2° Se superpone todo el servicio de la vía angosta sobre la línea principal de una estación reducida para el servicio actual;

3° Razones de estabilidad de la superestructura de la vía rechazan esta solución.

4° Que el servicio de las dos vías debe ser independiente y darle holgura a los transbordos.

Modifiqué el trazado del anteproyecto entre los kilómetros 7 a 9, porque siguiéndolo caería al lecho del Cachapoal; del kilómetro 0 a 7 k el trazado corre por un plano con doble inclinación al poniente y norte, lo que me permitió subir la rasante inclinando el trazado al norte para cruzar el estero de La Cadena, aguas arriba del camino carretero, el cual está ubicado en la confluencia con el Cachapoal y muy expuesto a ser arrastrado por la corriente. El anteproyecto ubicaba el puente aguas abajo del carretero, que está en muy mal estado, ya que el último año ha necesitado buenas reparaciones para conservarlo en el lugar ubicado.

Al desarrollar la línea férrea después del túnel, se me presentó como solución la indicada en los planos; con ella se conserva el camino, (lo que no se hacía en el anteproyecto) que corre paralelamente a la vía para cruzarla con un paso superior recto con respecto al camino, pero es oblicuo con respecto a la vía férrea por no haber espacios para desarrollarlo para que el cruzamiento resulte en ángulo recto, ya que me lo impedía el corte por el lado derecho y el río por el lado izquierdo.

Desde la Punta de Cortés, el trazado proyectado sigue en línea recta hasta el pueblo de Doñihue; me vi obligado a desechar el anteproyecto que ubica la línea en el *thalweg* del valle, o sea, el eje hidráulico mismo de las inundaciones producidas por las creces del Cachapoal.

La otra solución que se me presentaba consistía en desarrollar la línea por el faldeo al lado norte del pueblo Lo Miranda para no caer en la zona de inundaciones, pero se desechó la ruta porque daba un mayor desarrollo y un presupuesto unitario por kilómetro de vía más de tres veces superior al propuesto en mi proyecto.

Llamo la atención a que el trazado en este trayecto está en un plano inclinado con pendiente hacia el trazado del anteproyecto y sus aguas corren en esa dirección, lo cual justifica ampliamente el haber abandonado el *thalweg* por donde corre el ante proyecto.

Como complemento de las obras proyectadas en esta parte, se presenta la defensa en el kilómetro 10, que impedía que las aguas del río Cachapoal corten la línea férrea para inundar los terrenos que quedan detrás de ella, comprometiendo al pueblo de Lo Miranda.

Defender este pueblo es una cuestión que se impone aun sin la línea férrea, como lo reconoció la Dirección de Obras Públicas enviándome una nota en la que recomienda preferente atención al estudio de la defensa, lo cual hice, y ella

consiste en un muro longitudinal de pilotaje defendido con espigones inclinados a 20° aguas arriba de la normal a la corriente, y sumergidos en la punta, los cuales forman depósitos de acarreo que impidan la socavación de la defensa misma; se recomiendan estos espigones en la forma propuesta cuando el eje hidráulico del río corre en línea recta, que es el caso presente.

Como se verá en el plano detallado que presento, la defensa está ubicada paralela a la barranca del río, formada por las grandes creces y si ella no se colocara o construyera en el punto elegido, las aguas arrastrarían la línea entre los kilómetros 9,5 a 13 y 16 a 17; y si hubiera estacado la línea siguiendo el anteproyecto, sería destruida en todo el trayecto comprendido entre los kilómetros 9 y 17.

A partir del kilómetro 16 las inclinaciones del terreno cambian; los canales y esteros cruzan la línea de derecha a izquierda y la pendiente general es hacia el sur, siguiendo la línea por terrenos cultivados sin peligro de inundaciones.

En los planos se puede observar que la ubicación general dada a la línea férrea evita cortar las pequeñas propiedades, que redundan en perjuicio de los habitantes y aumentan los gastos de expropiaciones, teniendo cuidado de dejar las estaciones con fácil acceso.

El presupuesto asciende a 1.051.640,83 moneda corriente y 202.688,53 oro de 18 d.

CARLOS LANAS
INGENIERO DE SECCIÓN

SAN VICENTE A PERALILLO

1. Consideraciones justificativas del ferrocarril

El ferrocarril de San Vicente a Peralillo, de 1,68 metro de trocha, atravesará una extensa zona agrícola muy poblada y productiva.

Además, es un complemento obligado, puede decirse, del ferrocarril de Alcones a Pichilemu. Efectivamente, todos los productos de Pelequén al norte, que tienen su salida natural por Pichilemu, recorrerán por la vía Pelequén-San Vicente-Peralillo, 19 kilómetros menos que por la vía actual, San Fernando-Alcones, y los productos de Peumo y sus alrededores deberán recorrer 57 kilómetros menos.

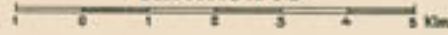
Se ve, pues, que el viaje directo de Santiago a Pichilemu se hará por la nueva vía.

Además, toda la zona poniente de la línea férrea del departamento de Caupeollicán: la Quinta, Estacada, Tilcoco, Zúñiga, etc., enviarán sus productos a Tunca para remitirlos al puerto, y el puente carretero sobre el Cachapoal en Codao, cuya construcción quedará pronto terminada, permitirá una fácil salida por ferrocarril a la costa a los productos de las feraces propiedades ubicadas en la ribera derecha del Cachapoal.

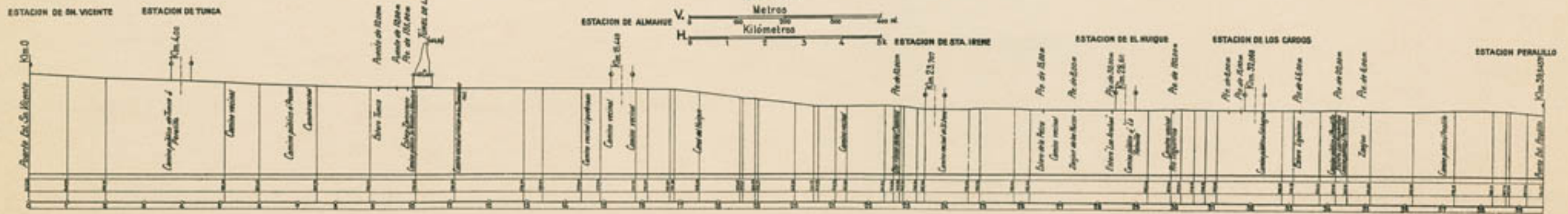
Creo que lo anterior deja de manifiesto la verdadera utilidad de la línea, sin necesidad de entrar en cálculos de sus entradas probables.

FERROCARRIL DE SAN VICENTE A PERALILLO

Kilómetros



PERFIL LONGITUDINAL Escala



Finalmente, según la estadística de los ferrocarriles, casi la totalidad de la carga del ramal de Pelequén a Peumo es acarreada en el sentido de su mayor gradiente, lo que no sucederá con la construcción de la nueva vía.

2. Descripción del trazado

Empalma en Tunca a 4 kilómetros al oeste de la estación de San Vicente con la línea de Pelequén a Peumo, toma una dirección hacia el suroeste para inclinarse enseguida casi rectamente al poniente, desarrollándose entre el lugarejo de Pencahue y el río Cachapoal. Atraviesa el estero de Zamorano a unos 400 metros de su junta con el Cachapoal, y se interna en el túnel de la Angostura de 450 metros de longitud. Continúa entre el camino público del caserío de Almahue Viejo y los cerros que lo limitan al sur, cuyas inflexiones sigue más o menos para atravesar en el kilómetro 17 el punto obligado del portezuelo del Peral. Los 7 kilómetros comprendidos entre el estero Zamorano y dicho portezuelo, constituyen la parte más costosa de la línea por su gran movimiento de tierras y sus numerosas obras de arte.

Desde el portezuelo del Peral baja el trazado con sus pendientes máximas hacia las llanuras de Almahue Nuevo en dirección al suroeste. En las proximidades del kilómetro 20, tuerce rectamente a Peralillo en dirección O.S.O. para llegar a la curva de empalme con el ferrocarril de Alcones, después de una recta de 19 kilómetros.

Todos los estudios se hicieron por ingenieros fiscales.

3. Gradientes

Desde Tunca, kilómetro 4, la línea baja con pequeñas pendientes, la mayor de 0,45%, hasta el kilómetro 16,835, en las proximidades del portezuelo del Peral, en donde toma la pendiente de 1,1% en 665 metros, seguida inmediatamente de una pendiente de 0,95% en 1.065 metros. Desde el kilómetro 19 al kilómetro 20,500 continúan pendientes de 1,0% 1,1%, que son las mayores de la línea. Fuera de un trozo de 350 metros con pendiente de 1,0% en el kilómetro 22,900, sigue el trazado hasta el kilómetro 38,740, en que existe un último trozo de 465 metros con pendiente de 9 por mil, con pequeñas pendientes, la mayor de 5,5 por mil.

Se baja de una cantidad de 67,70 m y la suma de las contrapendientes alcanza a 9,76 m.

4. Rectas y curvas

La longitud de la línea se descompone como sigue:

Rectas	33.693,57 metros
Curvas	5.942,03 ”
TOTAL	39.635,60 ”

desde la puerta de la estación de San Vicente hasta la puerta de la estación del Peralillo.

La proporción de curvas sobre el desarrollo es de 14,992%.

El trazado desde Tunca se ha hecho con 15 curvas, cuyos elementos se consig-
nan en el anexo número 2.

5. *Movimiento de tierras*

Los cubos a que estas obras se refieren son los siguientes:

Cortes de la línea	189.663,14 m ³
Empréstitos	139.308,30 m ³
Terraplenes	289.376,23 m ³
Desmontes llevados a depósitos	55.745,98 m ³
Desmontes empleados en la lastradura	43.513,06 m ³

El valor de los terraplenes y depósitos se ha deducido de la distancia de trans-
porte dada por el perfil centrográfico.

Se ha considerado un esponjamiento para las tierras de 10% y no se ha descon-
tado el volumen ocupado por las obras de arte.

6. *Expropiaciones*

La zona que debe expropiarse a cada propietario se consultó en un plano y cuadro
especial.

7. *Alcantarillas y puentecitos*

El número total de estas obras por construir es el siguiente:

- 31 alcantarillas abovedadas de 0,60 a 2 metros de luz.
- 2 sifones de 0,80 de luz.
- 120 tubos de concreto en los fosos de empréstitos que atraviesan los pasos a nivel.
- 148 puentecitos de 0,60 a 3 metros de luz.
- 11 puentes de 4, 5, 6, y 8 metros de luz.
- 3 puentes de 10 metros de luz.

8. *Puentes mayores*

Para los ríos Zamorano, Tinguiririca y el estero Lingueimo se han consultado puen-
tes con infraestructura de pilotes de rieles y tramos de vigas metálicas de 10,90
metros de luz. El Zamorano se compone de 14 tramos, el Tinguiririca de 12 y el
Lingueimo de 4.

Los puentes sobre el estero de Las Arañas, el zanjón del kilómetro 31,71850 y el
estero de Los Membrillos están formados por tramos de vigas continuas de madera de
5 y 6 metros de luz; el primero se compone de 6 tramos, el segundo de 3 y el tercero
de 4; en el estero de La Petra se ha colocado un puente metálico de 15 metros de luz.

9. Túnel de la Angostura

Tiene un largo de 450 metros.

10. Obras especiales

Los fosos de empréstitos consultados para la formación de los terraplenes obligan a construir pequeños puentes-canales de madera para los regueros que atraviesan la línea; se acompañaron el plano tipo y anexo correspondiente.

Las proximidades de la línea al canal de Almahue, que no puede desviarse, hace necesaria la construcción de un muro de sostenimiento de 45 metros de largo entre los kilómetros 12,372 a 12,417. En el corte de 12,480 a 12,680, proyectado con taludes de 1: 2, deberán construirse muritos guarda-lastre conforme al plano tipo perfil de la vía.

También se construirán como accesorios del ferrocarril, un puente carretero de 2 metros frente al kilómetro 3,975, y un puente canal de 4 metros frente al kilómetro 29,550.

Además, se han proyectado tres bajadas de agua en el corte del portezuelo del Peral.

Las otras obras especiales consisten en cuartos de cono, muritos de piedra en seco para los desvíos de cursos de agua, etc., defensa de los terraplenes de acceso al puente Zamorano y desviación del camino a Peralillo.

11. Pasos a nivel

Se han consultado 66, cuyos anchos varían de 2 a 8 metros, según la importancia de los caminos servidos.

12. Vía permanente

La vía permanente tiene una longitud total, incluyendo el largo de los desvíos de las estaciones y paraderos, de 39.450,10 metros. El riel pesa 38,5 kilogramos por metro y tiene 9,14 metros de longitud. Se colocarán por collera, 12 durmientes de 2,75 x 0,25 x 0,15 metros sin sillas de asiento ni de detención.

13. Estaciones y paradero

Son los enumerados a continuación:

Tunca: en el empalme con el ramal de Pelequén	
a Peumo	km 3,457
Almahue Viejo	km 15,449
Santa Irene	km 23,707
Los Cardos	km 32,068
Paradero-El Huique	km 28,611

En las estaciones de Tunca y Almahue Viejo se construirá un edificio de dos pisos para oficinas y habitación del jefe de estación; y un edificio de un solo piso para las demás.

En todas ellas se han previsto bodegas de madera de diferentes largos, según las necesidades, una casa para cambiador y dos plataformas de embarque. Sólo la estación de Almahue cuenta con servicio de agua y la de Tunca con dos casas para cambiador.

14. Casas para cuadrillas de camineros

Se construirán tres: una a la entrada oriente del túnel de la Angostura, otra en la estación Santa Irene y otra en el kilómetro 34,350.

15. Telégrafo

Tendrá una longitud de 35.600 metros.

16. Materiales de construcción

Se encuentra buena piedra de construcción en las serranías de Almahue Viejo y en las del fundo de don Gonzalo Echenique; la arena puede extraerse de los ríos, esteros y aun de algunos cortes; el cascajo de los ríos y esteros; el lastre, de los pozos previstos en el Cachapoal, Tinguiririca, Lingueimo, o de los cortes en maicillo tal como se indica en el perfil centrográfico.

Los demás materiales deben llevarse de fuera.

17.-Presupuesto

Se consultan en moneda de oro de 18 peniques los materiales de la vía permanente, superestructura de los puentes y armaduras metálicas; el precio de las demás obras está calculado en moneda corriente.

Los precios unitarios que han servido de base para formar el presupuesto se han calculado tomando en cuenta una ganancia líquida de 10% sobre el costo de las obras.

La partida de moneda corriente asciende a \$2.475.341,73 y la de oro de 18 d a \$678.892,35.

EMILIO H. CUEVAS
INGENIERO DE SECCIÓN

SAN CLEMENTE AL COLORADO

Ubicación

La sección de línea cuyos planos acompañan a esta memoria, es la continuación hacia el Colorado, del ramal de Talca al oriente, en explotación desde el año 1904.

Trazado

Se ha considerado como punto de partida la punta de rieles en la estación San Clemente, kilómetros 44,800, excluyendo el triángulo americano.

El rumbo general es hacia el oriente.

Gradientes

Desde la salida de la estación San Clemente hasta el kilómetro 35,000 se sigue la pendiente natural del valle, que varía entre la horizontal y 0,8% alcanzando sólo pequeños trozos la de 1%.

A partir del kilómetro 35,000 hasta el kilómetro 38,500 se atraviesa el portezuelo de Perquín y se llega a gradientes máximas de 2,5% para poder llegar a los llanos, que constituyen la zona que irá a servir este ferrocarril. Desde este punto se siguen nuevamente gradientes suaves alternadas con horizontales hasta el kilómetro 44,800, término de este estudio.

La diferencia de niveles entre los puntos extremos de esta sección alcanza a 208,087 metros.

Rectas y curvas

El largo total de la línea se descompone en:

Rectas	21.926,24 metros
Curvas	2.644,54 "
Desarrollo total	24.570,78 "

Existen 24 curvas que representan el 12% de la longitud total de la línea.

Lo poco sinuoso del terreno entre los kilómetros 20,000 a 35,000 y de 38,500 al término, ha permitido el empleo de largas rectas y curvas de gran radio. Al contrario, por la naturaleza accidentada del terreno entre los kilómetros 35,000 y 38,500, se ha tenido que recurrir a aumentar el número de curvas y disminuir su radio, los que llegan en dos de éstas a 100 metros; en el resto del trazado varían de 200 a 500 metros y una de 1.000.

Movimiento de tierras

Sólo merecen mención los terraplenes dentro del kilómetro 35,000, para cuya formación, en especial el relleno de la quebrada del Guindo, se ha recurrido a empréstitos a los que, juntamente con los demás de poca importancia en el resto de la línea, se les ha consultado ensanche de expropiación en los puntos convenientes.

El cubo proveniente de los cortes se aprovecha casi en su totalidad para terraplenes, exceptuándose un saldo que será necesario llevarlo a depósitos ubicados en los kilómetros 39 y 42 donde se consultan espacios para este objeto.

En los desmontes, se tiene un cubo de 3.472 metros de roca blanda, para el resto la naturaleza del suelo, siendo muy semejante en cuanto a su precio de extracción, se ha fijado un precio único en ellos.

Los cubos que esta obra comprende son los siguientes:

Cortes de la línea	74.577,95
Cortes en fosos y contrafosos	17.897,20
Desmontes llevados en depósito	24.588,96
Terraplenes de cualquier naturaleza	87.786,96
Empréstitos	19.900,00

En una parte de los terrenos atravesados, siendo muy regados, se ha hecho necesario proteger la plataforma, sea que vaya en corte o terraplén, con contrafosos y fosos de cierta importancia; en otras, los ha obligado la fuerte inclinación del terreno hacia la línea, por uno de sus costados.

Las demás obras de tierra comprenden desviaciones de agua y pequeños cortes o terraplenes en pasos a nivel, indicados en los anexos respectivos.

Alcantarillas

Se consultan 14 de estas obras, cuyas luces varían de 0,80 a 4,00 metros. Todas ellas se han consultado de albañilería de piedra, material que se encuentra abundante y espaciado en distintos puntos, en las zonas que estas obras están ubicadas. Se exceptúa la ubicada en el kilómetro 35,390, que para consistencia de esta obra hubo que recurrir al concreto para la fábrica en elevación.

En la alcantarilla del kilómetro 36,049 se procuró una desviación del fondo de la quebrada, logrando así una economía considerable sobre el costo de la obra.

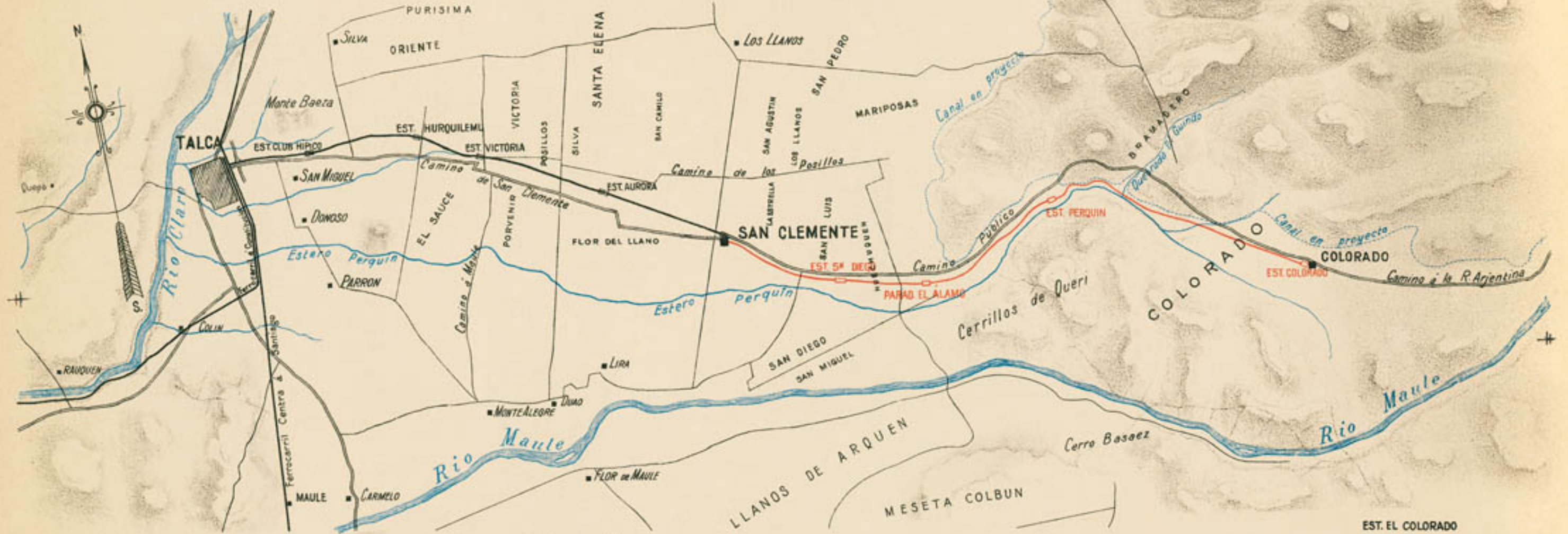
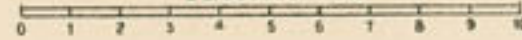
Sifones y tubos

Se consultan 9 de los primeros con luces de 0,60 a 2,00 metros.

Se han proyectado todos de concreto y fundaciones del mismo material.

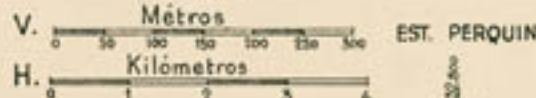
FERROCARRIL DE SAN CLEMENTE A COLORADO

Kilómetros



PERFIL LONGITUDINAL

Escala



EST. SAN CLEMENTE

EST. SAN DIEGO

Fuente de 50m

Punto de 10,00m

Pte. de 50m

Pte. de 20m

Canal

Camino

Camino

Camino

Camino

Camino

Camino

Camino

Camino

Camino

Camino

Camino

Camino

Camino

Camino

Camino

Camino

Camino

Camino

Camino

Camino

Camino

Camino

Camino

Camino

Camino

Camino

Camino

Camino

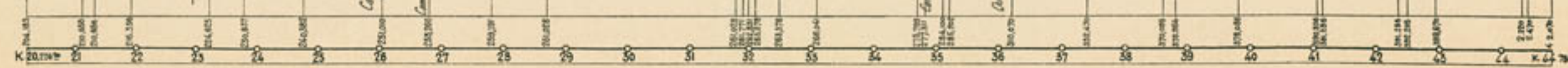
Camino

Camino

Camino

Camino

Camino



EST. EL COLORADO

Puentecitos

Son en número de 17, todos de ladrillo fundado sobre concreto. Su luz varía de 0,60 a 0,80.

Puentes

Se han consultado 8 con luces de 4 a 10,00 metros.

Todos ellos son también igualmente de ladrillo sobre fundaciones de concreto y su superestructura es de fierro; dicha superestructura descansa sobre placas de asiento de fundición y éstas sobre piedras talladas.

Obras especiales

La proximidad del estero de Perquín al pie de los terraplenes en el kilómetro 35,170, y la necesidad de protegerlos de inundaciones, como también el paso obligado de la desviación de canales que existen en ese punto, ha hecho necesario consultar disposiciones especiales para el objeto.

La desviación que se indica se refiere a la conducción por sobre canoas en elevación para dos canalitos de regadío, que siguen casi el eje de la línea. Fue necesario recurrir a este medio, por las condiciones especiales del terreno en que están ubicados.

La otra desviación que sólo vale mencionar, es el acceso a la alcantarilla en la quebrada del Guindo, en la que además se ha consultado un muro de albañilería de 89 metros de largo que forma una de las paredes del canal de acceso.

Fuera de dos o tres muros más, de menos importancia, que se indican en el anexo y planos respectivos, las demás obras consisten en cuartos de cono, muritos de piedra en seco para los desvíos de cursos de aguas, etcétera.

Cierro de la vía y estaciones

Se consulta para la vía el cierro de alambre de cinco corridas, conforme al tipo correspondiente de la Dirección de Obras Públicas.

Para las estaciones se indica el cierro de madera.

Pasos a nivel

Se consultan ocho pasos, de los cuales dos son de 6 metros, dos de 8 metros y de 4 los restantes. Se han proyectado igualmente conforme al tipo de la D.O.P.

Vía permanente

La vía permanente cuya longitud total, incluyendo un desvío para el paradero de El Álamo y los que se consultan en las tres estaciones de esta sección, alcanza a

27.115,78; se consulta con rieles de 10 metros de largo y de 25,5 kilogramos por metro; se colocarán 15 durmientes por collera y los rieles descansarán sobre sillas de asiento y detención conforme al tipo de la Dirección de Obras Públicas. La trocha es de 1 metro.

Estaciones

Se han consultado tres estaciones y un paradero como siguen:

Estación San Diego en kilómetro	22,950
Paradero El Álamo en kilómetro	26,300
Estación de Perquín en kilómetro	32,800
Estación El Colorado en kilómetro	44,600

Telégrafo

La línea telegráfica se consulta de dos hilos, como la que actualmente existe en servicio entre Talca y San Clemente. Su punto de arranque es frente al edificio de pasajeros de la estación de San Clemente y su término, el centro de la estación Colorado.

Materiales para la construcción

Se pueden establecer canteras fáciles de explotar en la vecindad de los kilómetros 31,400 y 35,000 en adelante. No existiendo la piedra antes del primer punto, se encuentran en cambio en abundancia terrenos gredosos de buena calidad con que se puede fabricar el ladrillo.

Arena, es relativamente escasa y sólo existe en determinados puntos del estero de Perquín, que corre cerca del rasgo de la línea en una extensión de ella.

Ripio, ya sea para lastre o concreto, no se ha encontrado en condiciones favorables en ninguna sección del trayecto. Los muchos pozos efectuados no han dado un resultado satisfactorio y existe apenas uno de regular calidad en la proximidad del kilómetro 38,000 y el que habría que desechar por la dificultad de arranque.

En estas condiciones, habría que recurrir ya sea al pozo de lastre que sirvió para la línea de Talca a San Clemente, ubicado a 8 kilómetros al poniente de esta estación, o bien, haciendo un desvío especial que arrancando del kilómetro 26,000, vaya a tomarlo a Queri a 3,300 kilómetros de distancia, donde existe abundante y de buena calidad.

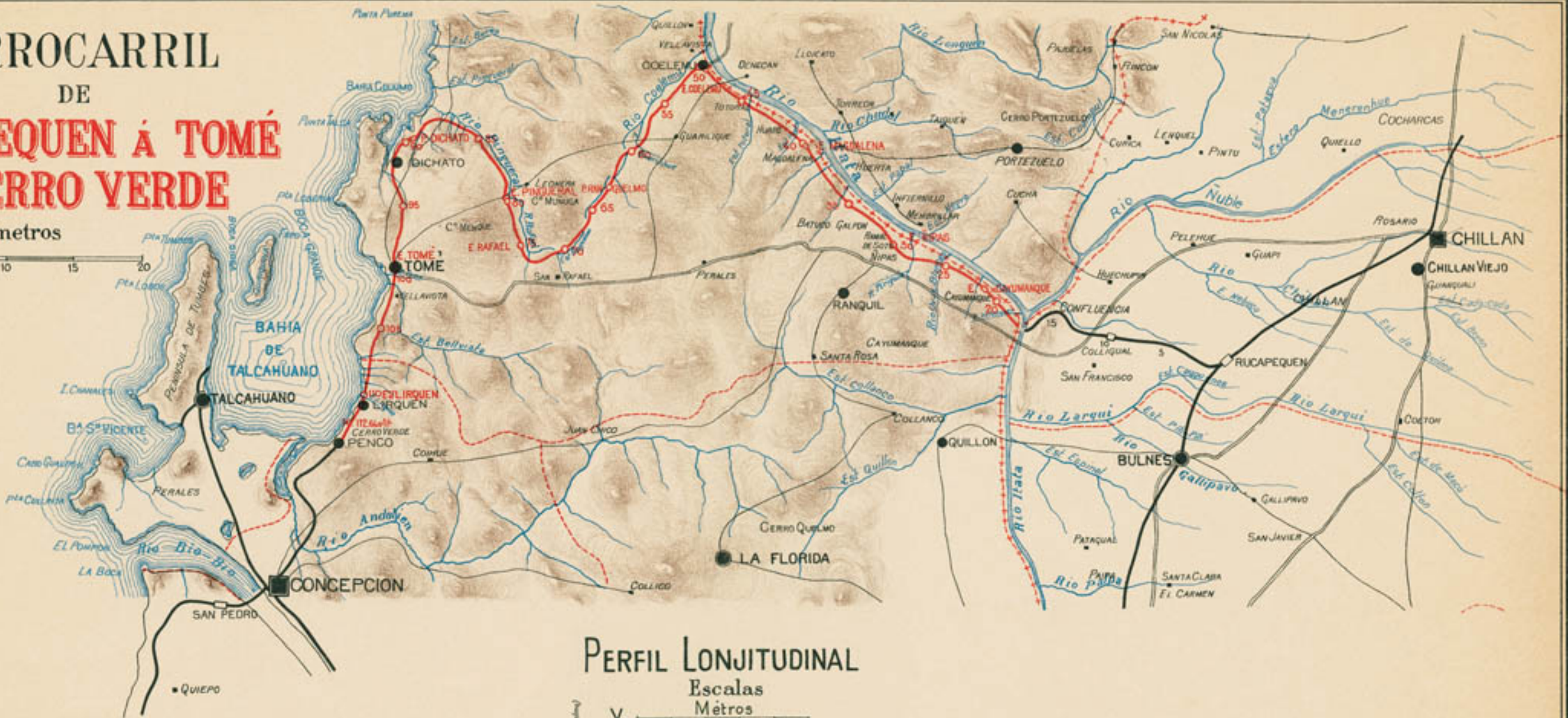
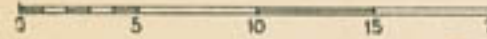
La primera solución obliga un recorrido demasiado largo, equivalente a un trayecto medio de 18 kilómetros.

Desvío a Queri

La necesidad de la segunda solución ha dado origen a la inclusión en el presupuesto de una vía de servicio a Queri, para el objeto indicado.

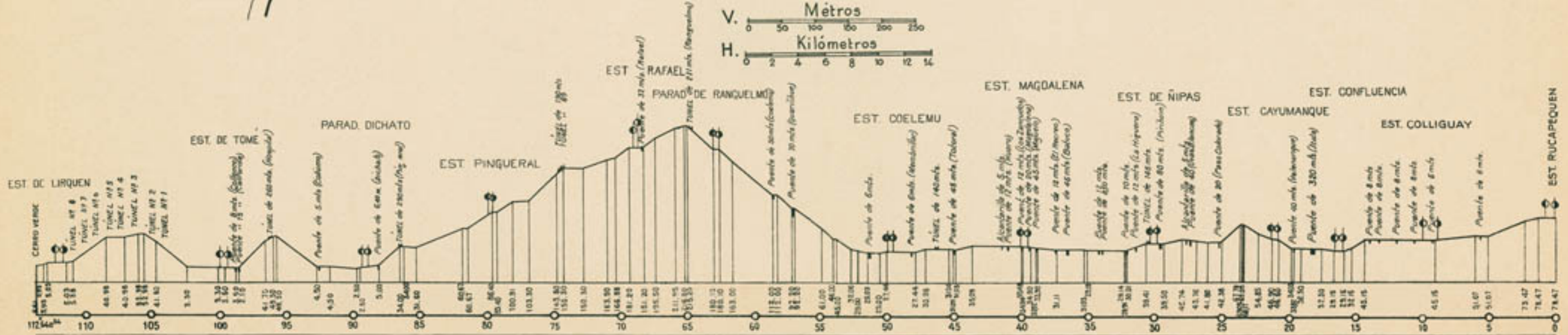
FERROCARRIL DE RUCAPEQUEN A TOMÉ Y CERRO VERDE

Kilómetros



PERFIL LONGITUDINAL

Escalas



El costo de este desvío comprende la provisión de rieles y accesorios, durmientes, lastre y madera para puentes provisionales en los pasos de agua y estero de Perquín. El arranque se supone en el extremo oriente del desvío del Álamo.

Obras diversas

Todas las obras consultadas en el proyecto que se detallan en los anexos respectivos, deberán ejecutarse conforme a las indicaciones de los planos confeccionados al efecto y a las estipulaciones de las “Condiciones técnicas complementarias” del presente folleto, siendo de cuenta del contratista la provisión de todos los materiales que sean necesarios para su ejecución.

Serán de cargo exclusivo del contratista los útiles, herramientas y demás medios de ejecución de las obras como, por ejemplo, desvíos provisorios de los cursos de agua, establecimientos de caminos de servicio, construcción de puentes provisionales sobre canales, quebradas, etcétera.

Plazo de construcción

Estimo prudencial para los 25 kilómetros que comprende esta sección, un plazo de veinte meses.

Presupuesto

Se consultan en moneda de oro de 18 d. los materiales de la vía permanente y superestructura metálica de los puentes; las demás obras se consultan en moneda corriente.

Los precios unitarios que han servido de base para formar el presupuesto, se han calculado teniendo en vista asegurar al contratista una ganancia líquida del 10%.

El total asciende a \$ 623.680,52 moneda corriente y \$ 289.655,88 oro de 18 d.

CARLOS RIVERA V.
INGENIERO DE SECCIÓN

RUCAPEQUÉN A TOMÉ Y PENCO

La comunicación de la ciudad de Chillán con un punto de la costa, para facilitar la salida de los productos de la zona central comprendida entre las provincias de Talca a Concepción, ha sido considerada desde hace más de 30 años como una imperiosa necesidad.

La antigua vía carretera que descargaba toda esa zona, unía a Chillán con el puerto de Tomé, y se mantuvo en muy buenas condiciones y en activa explotación, hasta que el ferrocarril central desvió la corriente y con ella los transportes hacia el puerto de Talcahuano.

La primera idea cuando se hacían los estudios de una vía que uniera a Talca con Concepción, fue la de desviarse a la costa desde San Javier diagonalmente hacia la bahía de Concepción; pero obligados a pasar por Chillán se abandonó ese trazado para reemplazarlo por otro que desde Chillán se dirigiera a Tomé directamente, u oblicuamente hacia Penco, Talcahuano y Concepción.

Posteriormente se hizo presente la necesidad de consultar el objetivo de establecer la arteria longitudinal para llegar directamente a los entonces llamados pueblos de la frontera: Los Ángeles y Angol y se resolvió por el gobierno abandonar las primitivas ideas para concretarse a la construcción de ese ferrocarril, desviándose a la costa desde San Rosendo para salir al puerto de Talcahuano.

El considerable aumento del tráfico que se ha impuesto a esa vía central, con el inmenso desarrollo y progreso que esta misma vía ha llevado a esas regiones, especialmente a la frontera en donde se han creado valiosísimos intereses con la explotación de sus tierras y con la fundación de numerosas ciudades y poblaciones, ha puesto nuevamente en vigencia la construcción de una vía que descargue la línea central sacando los productos de las provincias de Ñuble, Maule y Linares hacia un puerto de la costa y acortando casi a su mitad el recorrido que hoy día se le impone con su salida obligada al puerto de Talcahuano.

Con tan vastas y dilatadas ideas se comprende que hayan intervenido numerosos ingenieros, en otros tantos proyectos además, las dificultades que opone la cordillera de la Costa en esa parte en que es tan accidentada, ha obligado el estudio de muchísimos trazados, hasta llegado por fin al que va a construirse, que fue propuesto por el infrascrito en los estudios que realizó en los años 1903 a 1907.

Designado como jefe de una comisión para que hiciera los estudios de un ferrocarril de trocha de 1,00 metros que uniera a Chillán con el puerto de Tomé, con la libertad de proceder a fijar el punto de paso más conveniente en que debía atravesar la cordillera de la Costa, tuve que comenzar mi labor haciendo todos los reconocimientos que eran indispensables para poder alcanzar un resultado satisfactorio del programa que se me había fijado; al mismo tiempo, se hacía presente a la administración, por el Estado Mayor del Ejército y por la Dirección General de los Ferrocarriles del Estado, las conveniencias estratégicas, por una parte, y la necesidad de establecer la doble vía a Concepción, por la otra, a fin de que se diera para este ferrocarril una solución acertada, buscando un trazado que permitiera emplear la misma trocha que la de la línea central, o sea, la trocha ancha de 1,676 metros.

Como resultado de mis estudios pude alcanzar la solución que se deseaba, fijando el portezuelo de Ranguelmo como punto de paso en la cordillera de la Costa y fijando el arranque en la estación de Rucapequén, a 17 kilómetros al sur de Chillán, para seguir al poniente pasando por la confluencia de los ríos Ñuble e Itata, por el pueblo de Coelemu, por el portezuelo de Ranguelmo, por el puerto de Dichato, para llegar a Tomé y luego seguir hacia Penco.

De esta manera se ha conseguido establecer un trazado que permite unificar las trochas, que acorta en 70 kilómetros la distancia de Chillán a la costa, que realiza el ferrocarril de circunvalación en la bahía de Concepción de acuerdo con el plan general de fortificaciones que está desarrollando la Dirección General de

la Armada y que a la vez servirá de descarga a la línea central, estableciendo la verdadera doble vía entre Chillán y Concepción.

Aprobada la nueva vía y sus principales características, se me encomendaron los estudios definitivos y aunque era mi deseo haberlos concluido, motivos particulares me lo impidieron después de haberlos dejado terminados hasta Coelemu (50 km) y de haber iniciado la construcción de la primera sección, o sea, desde Rucapequén hasta el río Itata (18,140 km).

Han colaborado eficazmente en estos estudios definitivos los ingenieros don Miguel Ángel Droguett, que los hizo en la sección de Coelemu a Guíneral (31,455 km) y don Juan Taulis que los hizo de Guíneral a Tomé (17,600 km) y de Tomé a Cerro Verde (13,444 km). Terminó la construcción que había iniciado en la primera sección, el ingeniero don Pedro Soto B.

Características generales

1ª sección. Confluencia a Coelemu

Esta sección tiene una longitud de 31,760 kilómetros y comienza en las orillas del río Itata en el kilómetro 18,140: la constitución de las orillas de este río que aguas abajo de su confluencia con el Ñuble son formadas por enormes barrancas de arena que año a año son atacadas por las creces, me obligaron a alejarme de su costa para tomar por el valle de Coleral; de esta manera me alejo del río desde el kilómetro 19 hasta el kilómetro 31 para seguir desde allí hasta Coelemu en el kilómetro 50 faldeando a una altura suficiente que ponga la línea a cubierto de las mayores y más grandes creces futuras.

De los 31,760 kilómetros de largo que tiene esta sección, están 23,268 kilómetros en la línea recta y el resto, o sea, 8,491 kilómetros, en curvas cuyo radio mínimo es de 300 metros; en otros términos, el 74% de esta sección está en línea recta y el 26% en curva.

El movimiento de tierras alcanza a un total de 778.178 metros cúbicos de corte y 671.397 metros cúbicos de terraplenes.

Esta sección está caracterizada por sus numerosas obras de arte, tiene 44 tubos de concreto de 1 metro de diámetro y 34 alcantarillas abiertas y abovedadas de luces variables entre 0,60 metro y 5,00 metros; tiene además 5 puentecitos metálicos de 8,00 a 12,00 metros; cuatro puentes de fábrica de 12,00 metros y los siguientes puentes metálicos:

Itata	puente de 320 m de largo; 8 tramos de 40 m
Velenunque	puente de 40 m de largo; 2 tramos de 20 m
Paso Hondo	puente de 20 m de largo; 1 tramos de 20 m
Uvas Blancas	puente de 40 m de largo; 1 tramos de 40 m
Pirihuin	puente de 80 m de largo; 2 tramos de 40 m
Batuco	puente de 45 m de largo; 1 tramos de 45 m
Majuelo	puente de 45 m de largo; 1 tramos de 45 m
Magdalena	puente de 20 m de largo; 1 tramos de 20 m
Totalal	puente de 45 m de largo; 1 tramos de 45 m

A excepción del puente sobre el río Itata que podrá fundarse directamente sobre el terreno firme, todos los demás necesitarán el empleo del aire comprimido para pasar la capa de arena fangosa que constituye el lecho de estos ríos.

Las gradientes en esta sección son suaves; la línea sube 47,08 m en 6.540,00 m y baja 52,17 m en 6.438,50; el resto, o sea, 18.781,50 m, están a nivel. Por consiguiente, la pendiente media de subida es de 0,7% y la pendiente media de bajada es de 0,8%.

Estaciones

Dentro de esta sección hay 4 estaciones: Cayumanque (km 21) que servirá principalmente a Nueva Aldea, Quillón, Coleral y Membrillar; Ñipas (km 30) que servirá a Ránquil, San Ignacio de Palomares, Paso Hondo, Infiernillo, San Francisco y Taiguen; Magdalena (km 39) que servirá a Batuco, Galpón, Majuelo, Magdalena, Huaro, Torreón Alto y Torreón Bajo; y Coelemu (km 50) que, ubicada en el pueblo de su nombre, es el punto obligado de salida del departamento de Itata, toda la costa del río y alrededores que son de muchísima importancia.

Túneles

Esta sección tiene 4 túneles: dos en Coleral para pasar el portezuelo de este mismo nombre y con una longitud de 110 metros y 120 metros; el de Ñipas de 145 metros y el de Totoral de 144,59 metros; estos dos últimos se han ubicado para salvar accidentes impuestos por la ubicación de la estación Ñipas y por las creces del río.

Presupuesto total

Dando cumplimiento a órdenes superiores se ha proyectado esta línea con características de primer orden y con todas sus obras definitivas, su presupuesto alcanza la cantidad de 4.130.542,75 pesos oro de 18 d.

2ª sección. Coelemu a Guineral

Esta sección tiene su arranque en la estación de Coelemu, pueblo que está en las orillas del río Itata; y se desarrolla dentro de la hoya del río Coelemu hasta alcanzar en el portezuelo de Ranguelmo la divisoria de las aguas que por la quebrada de Ranguelmo y río Rafael van hacia el Pacífico; es, por consiguiente, la sección que atraviesa la cordillera de la Costa.

Sale de Coelemu a la cota 27,41 metros y alcanza en el túnel de Ranguelmo a la cota 215,00 metros; durante todo el trayecto va por las faldas orientales del río Coelemu y afluentes; después de pasar el túnel o de alcanzar la divisoria ya dicha, baja la línea hasta cruzar el río Rafael y continúa por las faldas occidentales de esta quebrada hasta empalmar en el kilómetro 31,75055 con el trazado del ingeniero Taulis traído desde Tomé, y a la cota 60,669 metros.

Su longitud total es de 31,75515 kilómetros de los cuales hay 18,48461 kilómetros en línea recta y 13,27294 kilómetros en curvas, cuyo radio mínimo alcanza a 200 metros. En otros términos, el 58% está en recta y el 42% en curvas.

El movimiento de tierras alcanza al total de: 1.799.599 metros cúbicos de cortes y 1.828.308 metros cúbicos de terraplenes.

Sus obras de arte son también numerosas, tiene 78 tubos de concreto de 1 metro de diámetro y de ellos son 6 gemelos, o sea, 2 tubos paralelos de 1 metro de diámetro cada uno; 14 alcantarillas abovedadas de luces variables entre 1 metro y 3 metros y 3 puentes mayores: el viaducto de Guarilhue, formado por tres tramos y largo metálico total de 70 metros, el puente Coelemu con un tramo de 30 metros y el puente de Rafael, formado por tres tramos y con un largo metálico total de 70 metros.

Tiene además tres túneles, el de Ranguelmo en el portezuelo de su nombre que tiene un largo de 211 metros; y los dos túneles de las Quemazones de 89,50 metros y 190 metros respectivamente.

Las gradientes en esta sección son más fuertes, se suben 190,20 metros en 12,380 kilómetros y se bajan 156.941 metros en 13,65788 kilómetros, hay por lo consiguiente en horizontal 5.71727 kilómetros, o sea, un 18% del total. A estas cantidades corresponden una pendiente media de subida de 1,53% y una pendiente media de bajada de 1,14%.

Estaciones

Esta sección sólo cuenta la estación de San Rafael y los paraderos de Raguemo y Pingual, ellas van a servir nada más que a la región en donde están ubicadas, pues se encuentran en medio de la cordillera de la Costa.

Presupuesto

El presupuesto de esta sección alcanza a la cantidad de \$ 3.625.198,36 oro de 18 d.

3ª sección. Guineral a Tomé

Este trozo de línea que tiene una longitud de 17,600 kilómetros se desarrolla por la misma quebrada del río Rafael hasta salir por medio de un túnel a la bahía de Dichato, sigue después por las faldas de la quebrada de Coliumo y pasando el portezuelo del Hospital por medio de un túnel entra al puerto de Tomé por las faldas de la quebrada de los Frutillares.

La longitud de la línea se descompone como sigue:

Longitud en recta	9.485,45 metros
Longitud en curva	8.117,34 "
SUMA	17.602,79 "

o sea, corresponde un 40% del trazado en curva.

El movimiento total de tierras alcanza a las siguientes cantidades: 645.934 metros cúbicos de cortes y 591,413 metros cúbicos de terraplenes.

Las obras de arte son más reducidas, hay 39 tubos de concreto, 6 alcantarillas abovedadas y 15 puentecitos; además, tres pequeños puentes en las quebradas de

Coyen, California y Dichato y dos túneles, el de Hospital y el de Pingueral con 260 metros y 290 metros respectivamente.

Las gradientes generales son: se suben 50,60 metros en 5.100 kilómetros y se bajan 107,20 metros en 8,500 kilómetros; en horizontal hay 4,00279 kilómetros, o sea, un 22% del largo total. A estas cantidades corresponden una pendiente media de subida de 0,99% y una pendiente media de bajada de 1,26%.

Estaciones

En esta sección sólo tenemos la estación de Tomé que será de 1ª clase, que tiene que atender a todos los servicios del puerto y un paradero en Dichato, pequeña bahía que con el tiempo tendrá gran importancia.

Presupuesto

El presupuesto de esta sección alcanza a la cantidad de \$1.813.452,64 oro de 18 d.

4ª sección. Tomé a Cerro Verde

Esta parte del trazado va a la orilla del mar, pues rodea la bahía de Concepción, se mantiene a nivel a la cota 4 metros y sube a la cota 4,60 metros al llegar a Lirquén.

La longitud total es de 13,10184 kilómetros de los cuales 7,54864 kilómetros están en rectas y 6,15320 están en curvas, con un radio mínimo de hasta 200 metros.

El movimiento total de tierras alcanza la cantidad de 360.100 metros cúbicos de cortes y 169.482 metros cúbicos de terraplenes.

Por encontrarse esta sección a las orillas del mar, deberá tener defensas de importancia para defenderse de las bravezas; además, tendrá las siguientes obras de arte.

13	alcantarillas de 0,60 a 1,50 metros de luz
20	puentecitos de 0,60 a 2,00 metros de luz
14	tubos de concreto de 0,60 y 0,80 metros
2	puentes metálicos de 5,00 metros
1	puente metálico de 8,00 metros y
1	puente metálico de 30,00 metros.

Fuera de estas obras de arte sólo nos queda por mencionar el túnel de Punta Parra de 259 metros de largo.

Sólo se ha considerado un paradero en Lirquén tomando en cuenta el desarrollo y el futuro del establecimiento de la compañía carbonífera, puesto que llegando a Cerro Verde ya se hace el empalme de la línea que llega a Penco.

Presupuesto

El presupuesto de esta sección alcanza la cantidad de \$ 1.369.421,39 oro de 18 d.

Resumen

El largo total de esta línea alcanza los 94,176 kilómetros y tiene un presupuesto de (\$ 10.938.597,14) diez millones novecientos treinta y ocho mil quinientos noventa y siete pesos catorce centavos, oro de 18 d; a lo que corresponde un precio medio kilométrico de \$ 116.150 oro de 18 d.

JORGE VARGAS SALCEDO
INGENIERO CIVIL

YUMBEL A RÍO CLARO

I. Generalidades

Una ligera inspección por el departamento de Rere, provincia de Concepción, basta para demostrar que la mayor riqueza agrícola se encuentra al poniente del río Claro donde están las más extensas y productivas propiedades del departamento, contando además con la mayor densidad de la población por estar la capital y demás pueblos ubicados a ese lado del río.

Por otra parte, teniendo la línea central que atravesar forzosamente este río para llegar a San Rosendo, lo natural hubiera sido haberlo hecho donde se encontrarán las mejores condiciones para un puente, es decir, al norte de Yumbel porque allí el cauce se presenta más estrecho y el subsuelo de tosca es muy apropiado para las fundaciones y no donde atraviesa actualmente, al norte de la estación Río Claro en que el lecho muy extendido y de arena, sin haberse concentrado en terreno firme para fundar, ha hecho difícil y costosa la construcción de los varios puentes que posteriormente han sido destruidos por las enormes creces del río. Por estos motivos es difícil explicarse la actual ubicación de la línea central en la parte comprendida entre la estación de Cabrero o Monte Águila y la de Río Claro. Efectivamente, ni la economía en las obras de arte, ni la bondad del perfil longitudinal, ni siquiera un menor desarrollo en su recorrido, comparado con el que hubiera tenido por la ribera poniente del mismo río, parecen haber sido las causas que determinarían la adopción del trazado por la ribera oriente, dejando la mayor parte del departamento y su capital completamente aislados y sin comunicación con la línea central cuando los creces anuales interrumpen el tráfico, lo que ocasiona perjuicios considerables.

Estas dificultades se habrían solucionado en parte si el puente carretero sobre el mismo río, en el camino de Yumbel a la estación del mismo nombre, hubiera podido construirse sobre terreno firme y libre de socavaciones; pero en esta parte el río se presenta con las mismas condiciones que allí, donde es atravesado por la vía férrea y los 4 o 5 puentes que se han construido han sido también destruidos por las creces.

Todas estas consideraciones imponían la necesidad de un ramal que comunicara Yumbel con la vía central sin atravesar el río, haciéndose los estudios preliminares el año 1905 y siendo el trazado definitivo materia del presente estudio.

Todavía más, hay otra razón de porvenir que demuestra la conveniencia de construir esta línea. Es sabido por todos el gran recargo que tiene al presente la línea central y de ahí la necesidad de la doble vía en actual construcción en varias secciones, principalmente de Concepción al norte.

Pues bien, el ramal proyectado vendría a servir de doble vía a la central prologándolo desde Yumbel al norte a empalmar en Monte Águila y atravesar el Claro en condiciones ventajosas por presentarse en esta parte el río muy encajonado, menos caudaloso y con un lecho de tosca resistente.

II. Trazado

Fue contratado por el que suscribe, por la suma de \$1.750 m/c el kilómetro. Partiendo de la estación de Río Claro por el lado poniente la nueva línea sigue sensiblemente la dirección N.O. apartándose bastante de la orilla del río.

La curva de salida de R=240 ha sido adoptada para disminuir el corte en roca descompuesta que se halla a la vista en una extensión de 200 metros y atravesando en 350 metros de largo una viña en faldeo, se dirige a la población Arenal pasando por un costado y siguiendo después paralelamente al camino desde el km 2,000 hasta el km 2,800 se interna en unos arenales y atraviesa el estero San Cristóbal por un puente de 10 metros de luz en el km 3,931, siguiendo una recta de 1,84771 km para cambiar de dirección por una curva de R=500 y continuar otra recta de 2,34592 km. Todos estos terrenos son arenales sin ningún cultivo y llenos de montículos hasta el km 8,500 donde entra la línea a propiedades cultivadas hasta el km 9,500 para seguir otra vez por arenales y llegar después de una recta de 1,43768 km hasta cerca de la entrada del pueblo de Yumbel en el km 12,500.

Aquí terminaba la estación del anteproyecto, pero como quedaba todavía a más de un kilómetro del pueblo, el trazado definitivo se ha prolongado y atravesando el estero de Yumbel con un puente de 20 metros, en el kilómetro 12,864, se ha ubicado la estación frente al mismo pueblo, dando así mayores facilidades para el servicio de pasajeros y carga. El trazado total alcanza a 13,580 kilómetros que se descomponen en:

10,74153	kilómetros en recta, o sea,	79,1%
2,83847	kilómetros en curva, o sea,	20,9%

Si bien el trazado definitivo ha seguido la dirección general del indicado en el ante proyecto, sin embargo, se han hecho diversas variantes cuyos resultados ventajosos han sido:

1. Menor recorrido de 300 metros en la sección que corresponde al anteproyecto, pues éste alcanza a 12,800 kilómetros y el trazado definitivo llega al mismo punto con 12,500 kilómetros.
2. Disminución en el movimiento de tierras; mientras en el anteproyecto da un cubo total de 136.514,3 metros cúbicos, el actual trazado sólo alcanza en la misma sección a 109.817,2 metros cúbicos, es decir, 26.697,1 metro cúbico

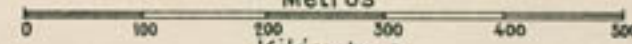
FERROCARRIL DE RIO CLARO A YUMBEL

Kilómetros

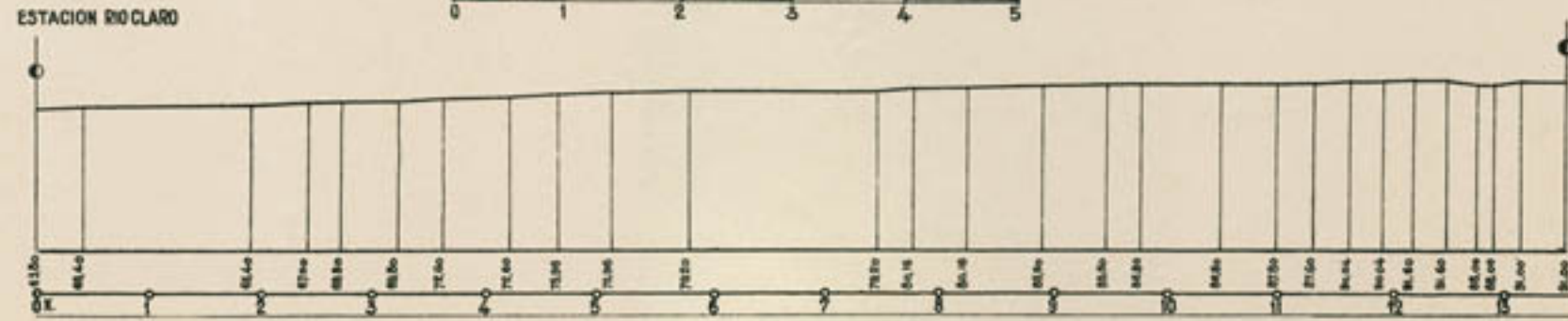


PERFIL LONGITUDINAL

Escala
Metros



Kilómetros



menos. Lo que representa una economía de 19,5%. Y si todavía se compara con el cubo total del trazado definitivo que es de 118.771,511 metros cúbicos, siempre resulta una disminución de 17.742,723, o sea, un 13%.

3. Sustitución del paso inferior (km 10.760) del anteproyecto por un paso a nivel (km 10.426). Dadas las condiciones del terreno que no presenta resistencia para las fundaciones, hubiera sido forzoso recurrir al pilotaje y en este caso la construcción del paso inferior habría resultado muy costosa.

Gradientes

Siguiendo la línea en general la inclinación del terreno y siendo éste más o menos plano, las gradientes son pequeñas, la mayor 8‰, hasta el kilómetro 12,500.

Desde aquí baja con 12‰ en 300 metros para disminuir el terraplén de acceso y los estribos del puente sobre el estero Yumbel y después vuelve a subir con 12‰ en 250 metros y entrar a la estación en horizontal a la cota 91,00.

En total es mayor el trayecto en horizontales, alcanzando a 7,982 kilómetros, mientras que en gradientes sólo hay 5,598 kilómetros.

La contragradiante es de 3,60.

Largo virtual

Con respecto a la tracción el largo virtual medio es de 22,69598 km, es decir, que no alcanza dos veces el largo efectivo, con la ventaja de que el menor largo virtual está en el sentido de la mayor carga, es decir, de bajada y alcanza sólo a 17,78579 kilómetros.

Obras de arte

Todas las menores se han proyectado de concreto por no existir piedra en los alrededores. Solamente los puentes mayores sobre el estero San Cristóbal y sobre el Yumbel se harán de piedra, por lo que se ha consultado un mayor precio unitario. Igual cosa sucede con el lastre; no encontrándose en esta zona habrá que traerlo de San Rosendo y su precio ha sido aumentado.

El presupuesto asciende a \$ 542.206,93 moneda corriente y \$ 191.123,28 oro de 18 d.

CARLOS GUARDERAS.
INGENIERO CIVIL

CAJÓN HACIA EL VOLCÁN LLAIMA

Con el objeto de fomentar el aumento de producción agrícola y explotación de maderas de la zona comprendida entre el río Cautín, por el norte, los afluentes del río Quepe por el sur, los primeros contrafuertes de la cordillera de los Andes por el oriente y el *Ferrocarril Central* por el poniente, a fines del año recién pasado

se decidieron llevar a cabo los estudios definitivos de un ramal de ferrocarril que, partiendo de una de las estaciones de Lautaro, Pillanlelbun, Cajón o Temuco se dirigiese hacia el volcán Llaima, los cuales fueron contratados con el ingeniero que suscribe por la suma de \$ 2.700 cada kilómetro.

Desde los primeros reconocimientos practicados pudo notarse que la estación más conveniente para el empalme de este ramal con la línea central era la estación de Cajón, por cuanto en este caso el trazado seguiría casi el eje de la zona llamada a servir, atravesando terrenos menos accidentados y de mayor explotación futura; porque la proximidad de aquella estación a la de Temuco permitiría utilizar ventajosamente en el nuevo servicio las instalaciones existentes en esta última estación, reduciendo considerablemente los gastos, aprovechando en gran parte el mismo equipo del ferrocarril de Temuco a Carahue con sólo establecer itinerarios adecuados a un servicio combinado. De esta manera, el nuevo ramal vendrá a constituir en el hecho la prolongación del de Carahue, formando ambos una verdadera línea transversal de la costa hacia la cordillera de los Andes.

Presentado al Consejo de Obras Públicas el anteproyecto de este ramal, mereció su aprobación, y se procedió al estudio definitivo, trabajo que se encuentra actualmente en vías de terminarse.

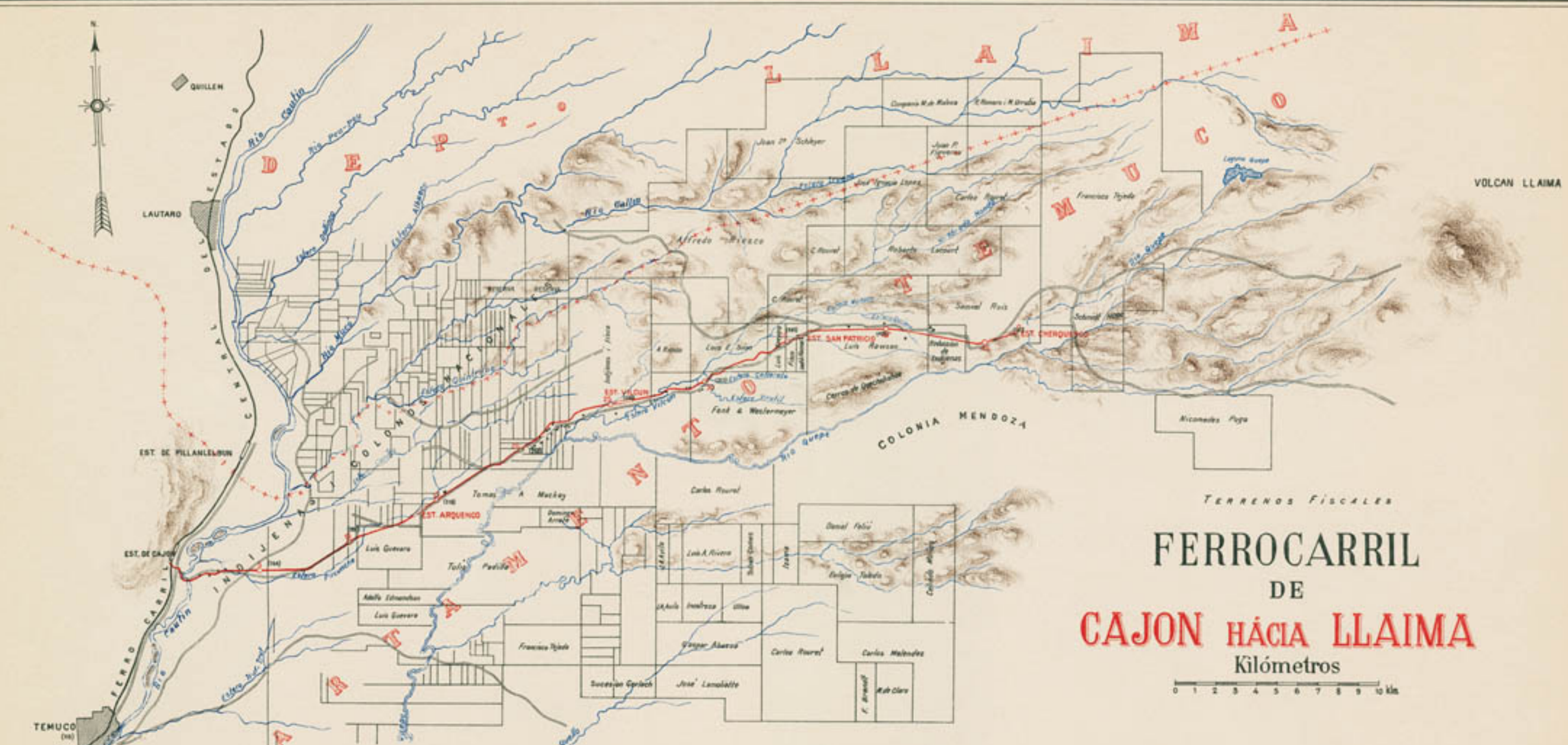
Con el trazado adoptado, este ramal vendrá a servir una extensión de 95.780 hectáreas de terrenos de excelente calidad, aptos para cultivo de toda clase y para una abundante explotación de maderas, cuya producción actual se calcula en 5.820 toneladas de cereales, en 15.000 fardos de pasto y en 65.000 metros cúbicos de maderas y que con los beneficios y mayores facilidades de transporte que reportará el ferrocarril en proyecto aumentarán considerablemente, permitiendo que se exploren además grandes extensiones de terreno virgen que quedan aún sin trabajos por lo elevado de los fletes en verano y por el mal estado de los caminos en invierno.

La trocha adoptada para el ramal es la trocha ancha normal de 1,676 metros, en vista de las pocas dificultades que se presentan para el trazado; porque la principal carga que se movilizará será la madera, carga de gran volumen y bajo flete; porque los propietarios de la zona proporcionan los terrenos y maderas necesarias para abaratar su construcción; porque es ésa la trocha del ramal de Carahue, condición necesaria para hacer el servicio en forma económica; y, porque, además, para llevar a cabo su construcción en condiciones más económicas aún puede utilizarse el riel de 30 kilogramos de peso por metro corrido que se encuentra en servicio en muchos kilómetros de la línea central y que, aunque en buen estado, ha llegado a ser inadecuado para el tráfico pesado y de gran velocidad que soporta, pero que sería conveniente para un tráfico y velocidad limitados como tendrá el ramal por construir.

La longitud de este ramal será de 48,13912 kilómetros, de los cuales 39,55695 serán en rectas y 8,58217 en curvas, es decir, la longitud en curvas será el 17% aproximadamente del kilometraje total.

El radio mínimo de las curvas es de 240,00 metros.

La gradiente máxima 20‰, y la gradiente media 8,2‰, sin que haya contra-gradientes.

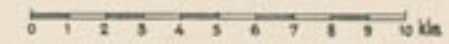


VOLCAN LLAIMA

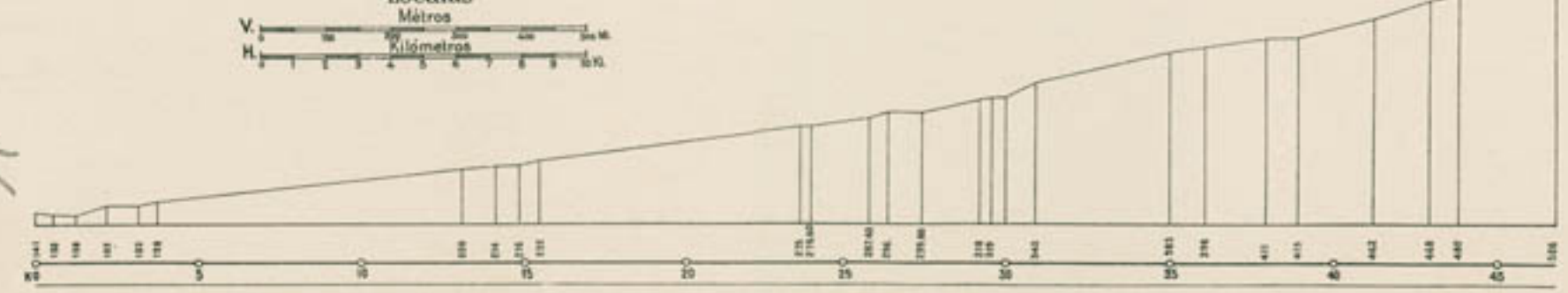
TERRENOS FISCALES

FERROCARRIL DE CAJON HACIA LLAIMA

Kilómetros



PERFIL LONGITUDINAL Escalas



V. 0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000
 H. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Km.

Las partes en horizontal suman solamente 3,01800 kilómetros.

Las obras de arte son:

Un puente sobre el río Cautín formado por dos tramos metálicos de 50 metros de luz cada uno.

Un puente metálico de un sólo tramo de 15 metros sobre el estero Vilcún;

Un puente metálico de un sólo tramo de 10 metros sobre el estero Pidiligüin;

Un puente de un sólo tramo metálico de 6 metros sobre el estero Arquenco;

Diez alcantarillas abovedadas de luces comprendidas entre 1 y 4 metros;

Quince alcantarillas abiertas de 0,80 a 2 metros de luz;

Quince tubos de 0,60 metros de luz.

Lo que hace un total de 41 obras de arte de los diversos tipos indicados.

Además de la estación de empalmes, se consultan las de Arquenco, en el kilómetro 15,500; la de Vilcún, en el kilómetro 27,500; la de San Patricio, en el kilómetro 37,500; y la de Cherquenco o de término del ramal en el kilómetro 47,500, cuyas ubicaciones se han establecido eligiendo los puntos más adecuados por la concurrencia de los caminos, por la topografía del terreno y por la posibilidad de establecer más tarde paraderos intermedios, si las necesidades del servicio lo exigieran.

En dichas estaciones se consultan sólo los edificios e instalaciones más indispensables, a fin de que puedan ser mejorados y completados en el futuro en relación con las necesidades que se hagan sentir.

El presupuesto de construcción del ramal, según el anteproyecto, asciende a la suma de \$1.254.626,10 moneda corriente y a \$ 551.907,90 oro de 18 d.

Para el estudio económico de este ferrocarril se ha supuesto que la producción actual de la zona aumente el segundo año de explotación sólo en pequeña proporción, es decir, que la madera sólo duplique su explotación, que los productos agrícolas aumenten solamente de un 35% y que en cantidades reducidas aumente el movimiento de salida y entradas de pasajeros por la estación de Cajón, como asimismo el movimiento de animales que se movilicen por el ramal.

En estas condiciones y sin tomar en consideración las mayores entradas que la construcción de este ramal significará para el resto de la red de las líneas del estado, se ha calculado que las entradas brutas del ramal el segundo año que esté en explotación, considerado aisladamente, para un recorrido medio de 30 kilómetros, llegarán a la suma de \$ 118.813,00 aproximadamente.

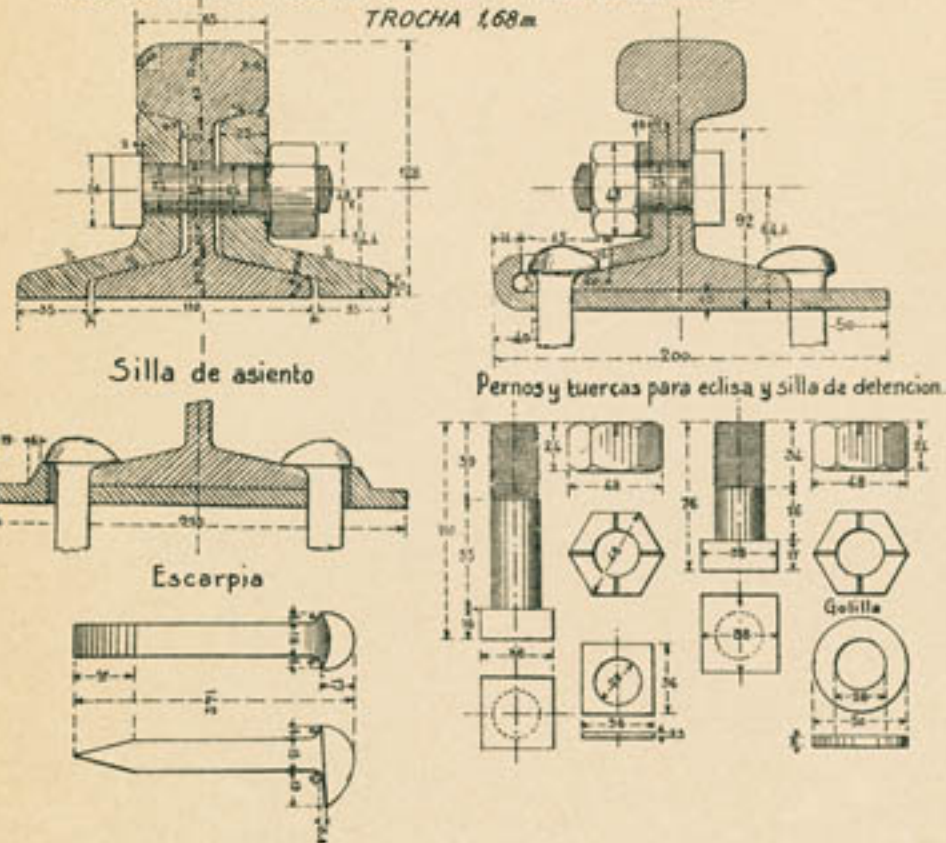
Por otra parte, dadas las características del trazado de este ferrocarril, el sentido favorable del transporte de la mayor parte de la carga, el número de trenes anuales y su poca velocidad, como asimismo otras medidas de servicio que deben establecerse para hacer el transporte en las condiciones más económicas, se han estimado los gastos anuales de explotación y tracción en la suma de \$ 91.322,00, lo que vendría a dejar un saldo sobrante de a lo menos \$ 27.491,00 para atender a la reparación y desgaste del equipo.

Como puede notarse, aun en las condiciones desventajosas en que se ha hecho el cálculo de las entradas probables, hay conveniencia en llevar a cabo la construcción de este ferrocarril, y estimándolo así se han consultado en el presupuesto del

presente año los fondos necesarios para su iniciación, lo que hace presumir que quedará terminado en los primeros meses del año 1912.

E. PARDO DUVAL
INGENIERO CIVIL

RIEL NORMAL CON SILLAS DE ASIENTO I DE DETENCION
TROCHA 1,68m

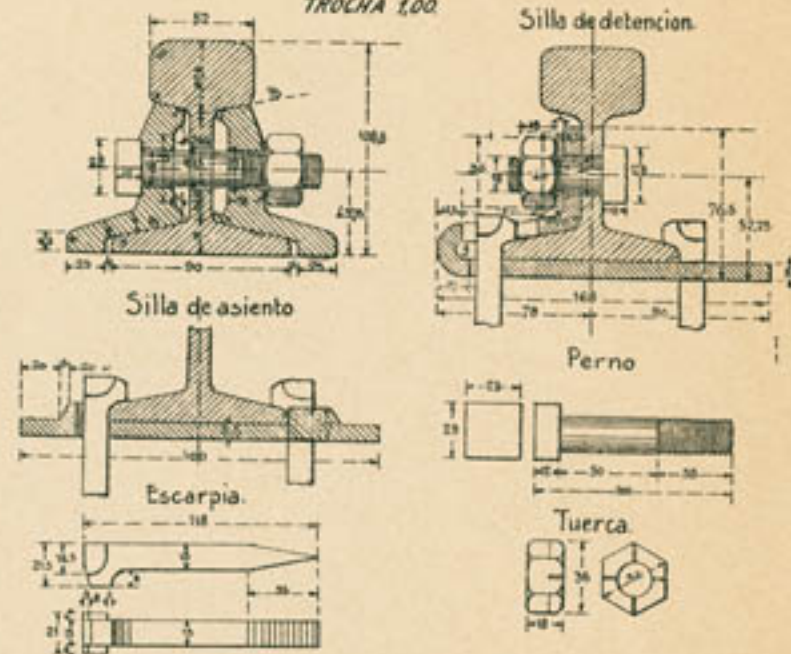


TIPOS DE RIELES I ACCESORIOS

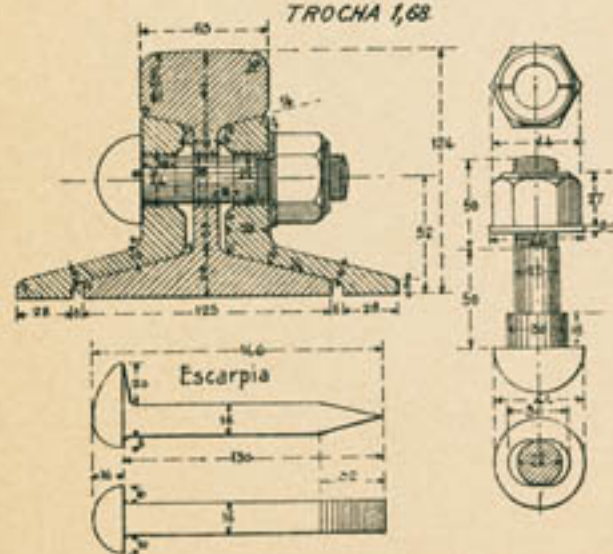
Escala: 1/5

TIPO DEL RIEL	CARACTERÍSTICAS DEL RIEL												ECLISA				Perno				
	h	b	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	h ₆	h ₇	h ₈	h ₉	h ₁₀	h ₁₁	h ₁₂	h ₁₃	h ₁₄	h ₁₅	h ₁₆	h ₁₇	h ₁₈	
TROCHA DE 1,68 mt.																					
Normal con silla de asiento y de detencion	58,5	12 ^h	1,50	49,45	92,5	98,41	5	120	5,0	200	5,1	200	0,630	15,97	0,700	14,22	184,5	14,92	24	0,7	0,505
Normal reformado sin sillares	56,5	9,54	2,00	50,55	100	107,5	2	115,7						7,00	0,445	10,92	154,0	28,6	2,4	0,7	0,505
Victoria	50	10 ^h	0,95	58,2	104,88	108,2	2	116,5						6,50	0,508	10,72	169,1	16,1	1,9	0,505	0,250
TROCHA DE 1,00 mt.																					
Normal con silla de asiento	25,5	10 ^h	0,95	32,90	47,5	50,95	5	100	2,25	160	2,91	160	0,285	8,40	0,650	17,07	81,87	18,30	18	0,520	0,160
Normal reformado sin sillares	25,0	9,54	2,04	32,5	42,0	45,5	2	115						6,00	0,545	14,24	57,4	15,34	2,0	0,445	0,280
Arica a la Paz	27,00	10	0,90	35,50	54,0	58,2	5	100	2,287	160	2,871	160	0,288	7,875	0,650	15,92	71,1	15,8	18	0,520	0,160
TROCHA DE 0,60 mt.																					
Normal	15,5	8,00	0,80	18,40	27,00	28,0	2	85						2,90	0,340	9,55	27,00	7,97	15	0,175	0,105

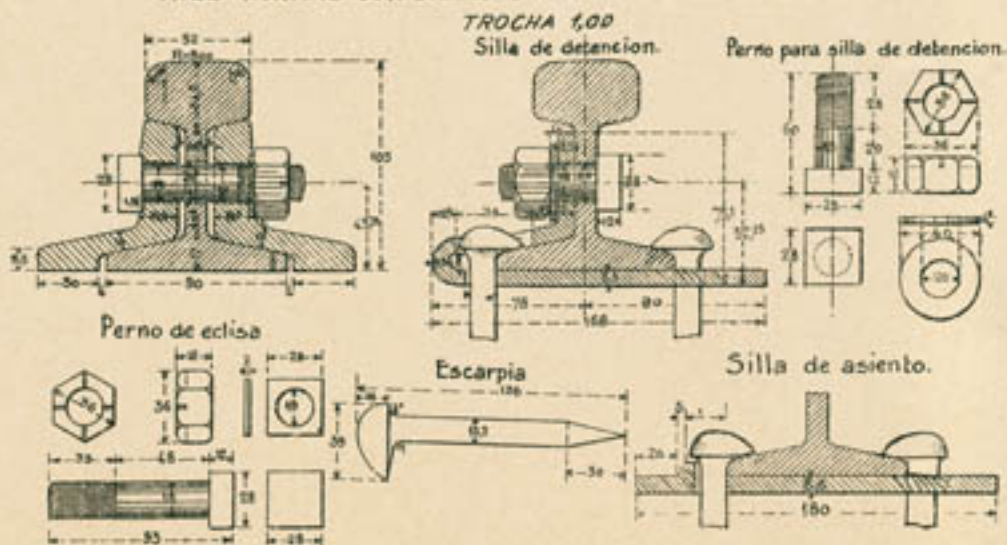
RIEL DE "ARICA A LA PAZ"
TROCHA 1,00



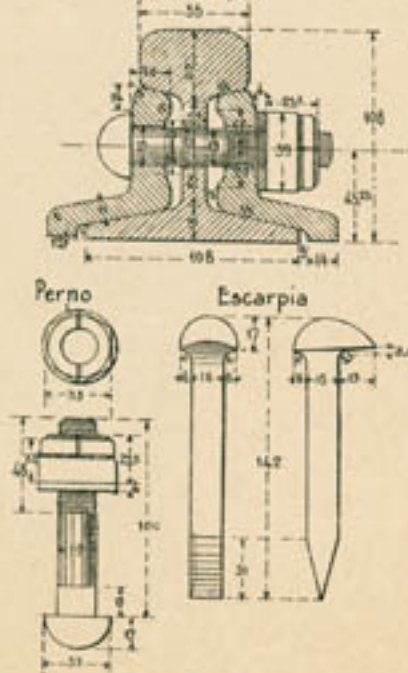
RIEL NORMAL REFORMADO SIN SILLAS
TROCHA 1,68



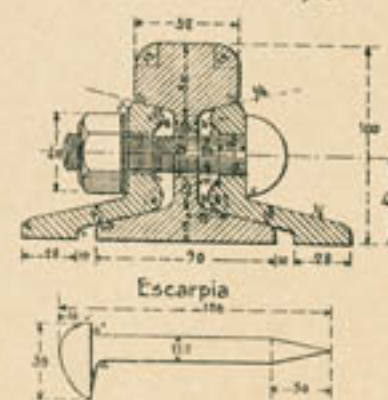
RIEL NORMAL CON SILLAS DE ASIENTO I DE DETENCION
TROCHA 1,00



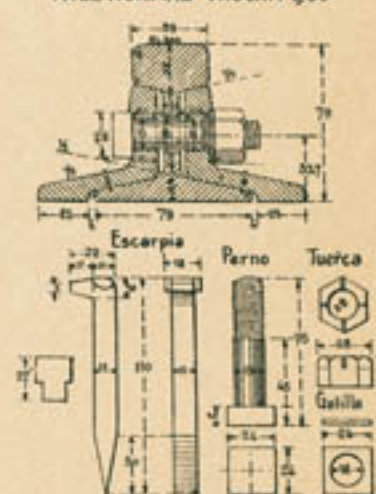
RIEL "VICTORIA"
TROCHA 1,68



RIEL NORMAL REFORMADO SIN SILLAS - TROCHA 1,00

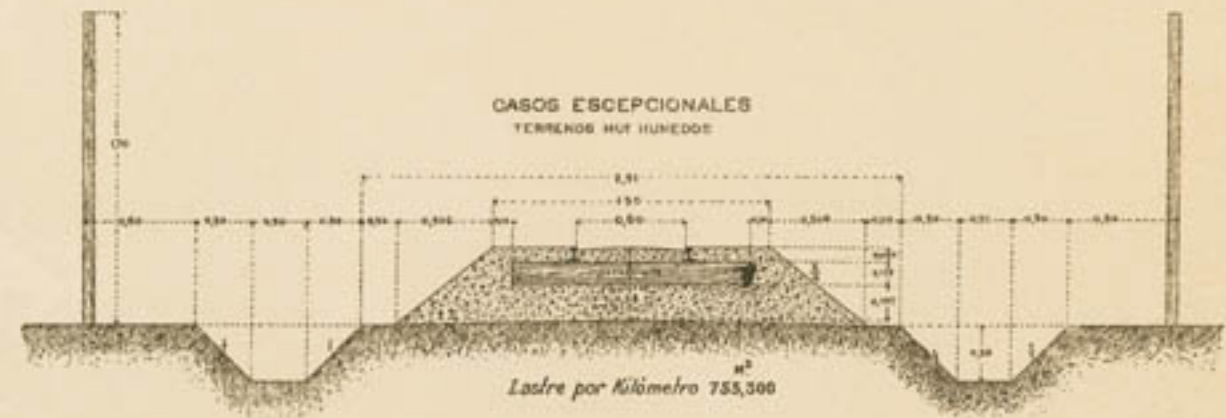
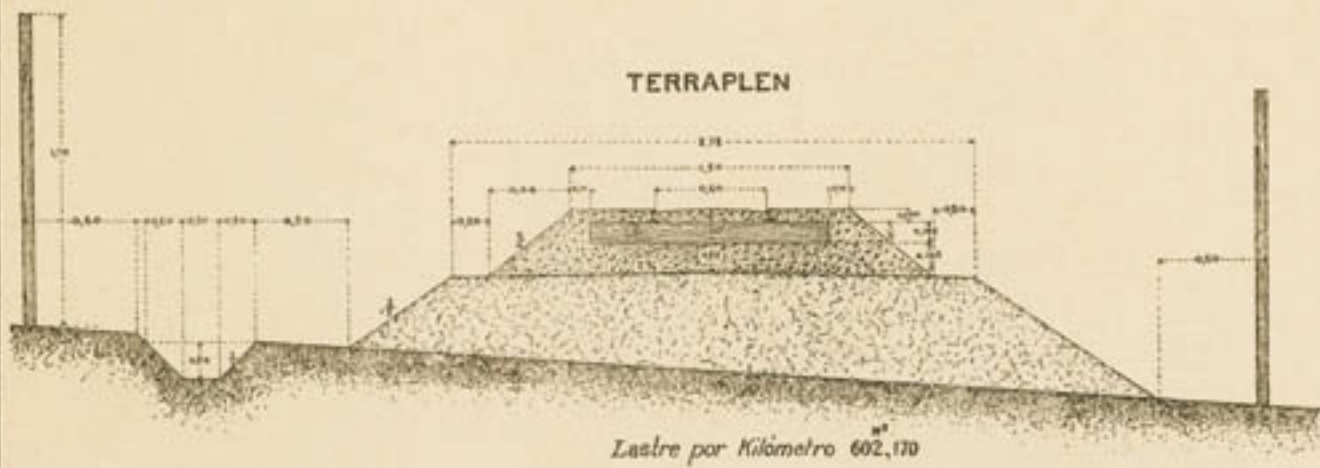
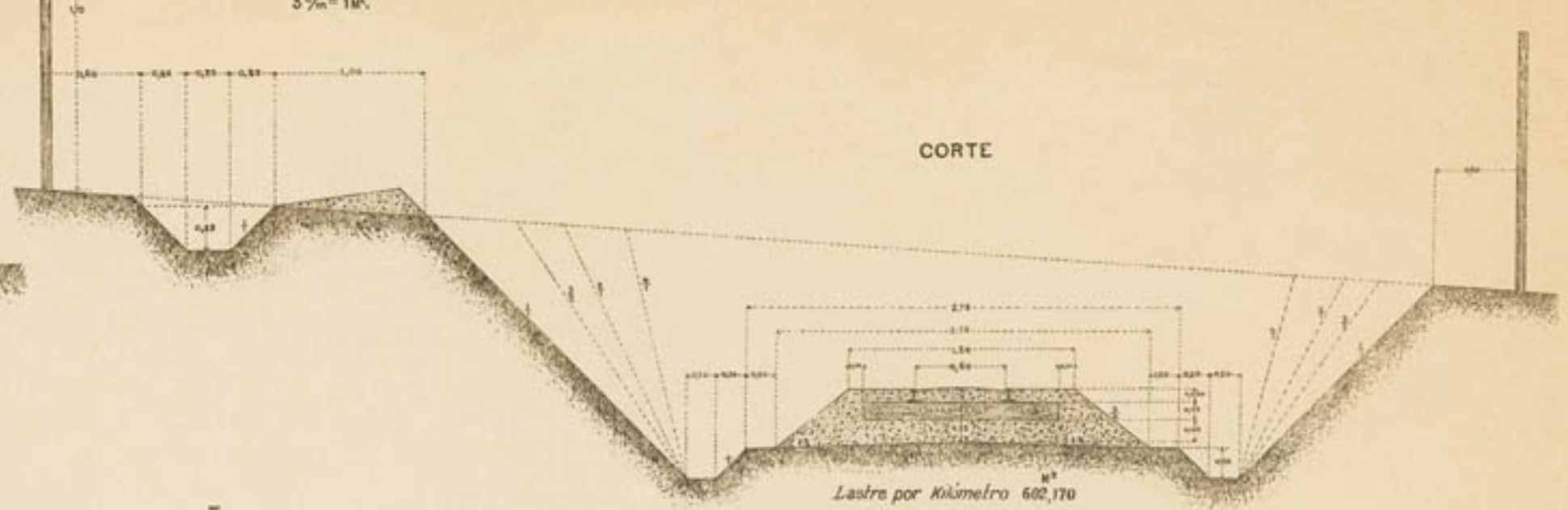
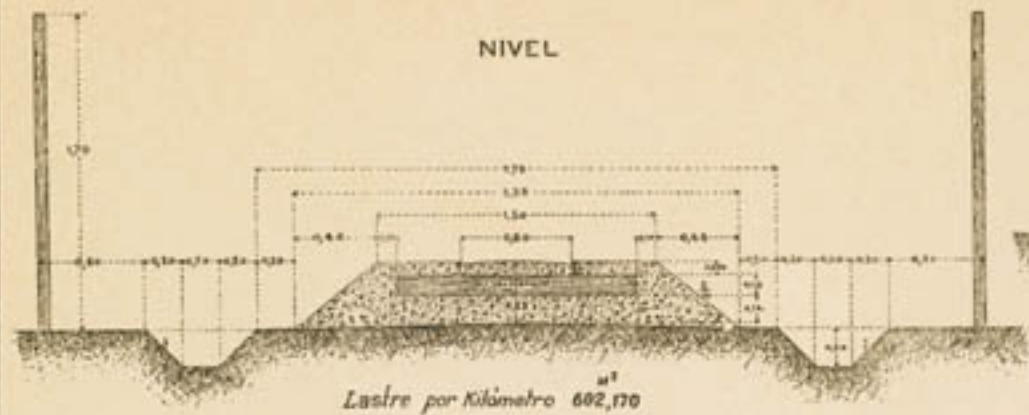


RIEL NORMAL - TROCHA 0,60



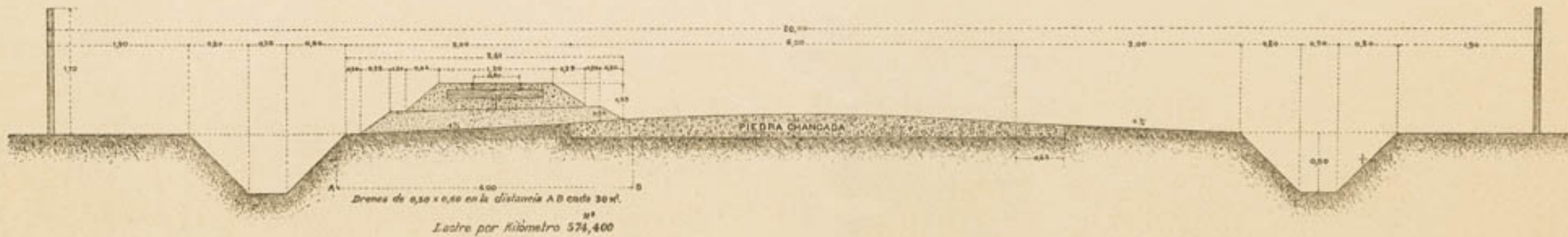
TIPOS DE PERFILES

TROCHA 0,60
3‰ = 1M.



EN CAMINO

2‰ = 1M.



Cubicación del lastre
Tipo normal

Durmiende cubierto 100, 102 m ³ por Km
Durmiende descubierto 112, 114 m ³ por Km

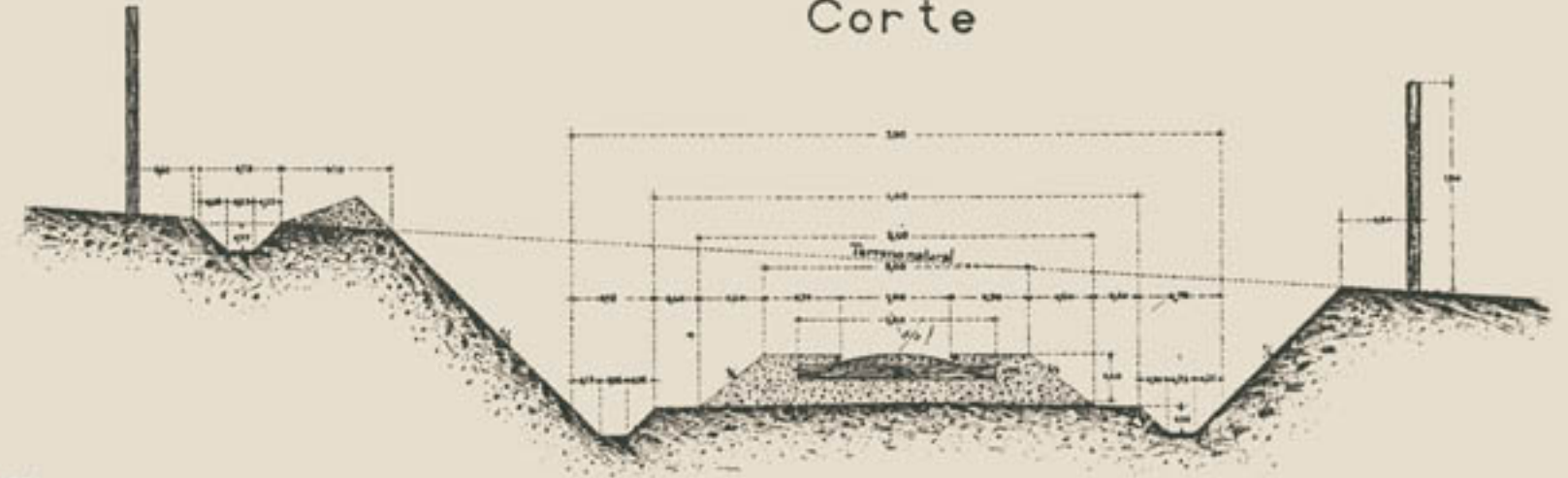
Tipo estrecho

Lastre		Albillería	
Durmiende cubierto 50 ³ por Km	cubierto	51 ³ por Km	
Durmiende descubierto 55 ³ por Km	descubierto	56 ³ por Km	

PERFILES TIPOS DE LA VIA

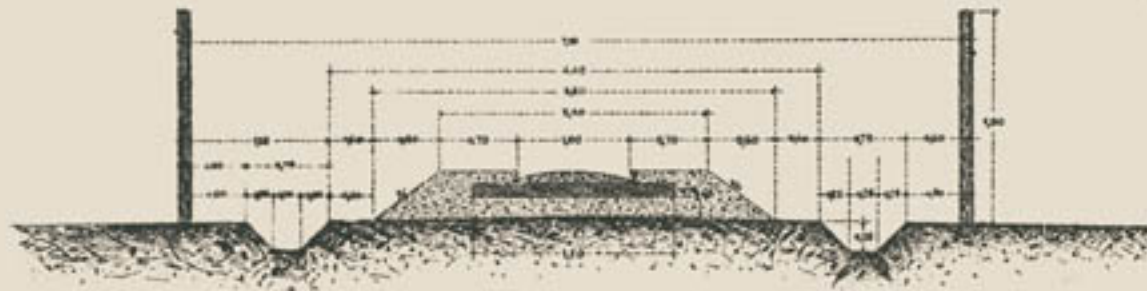
TROCHA IM.

Corte



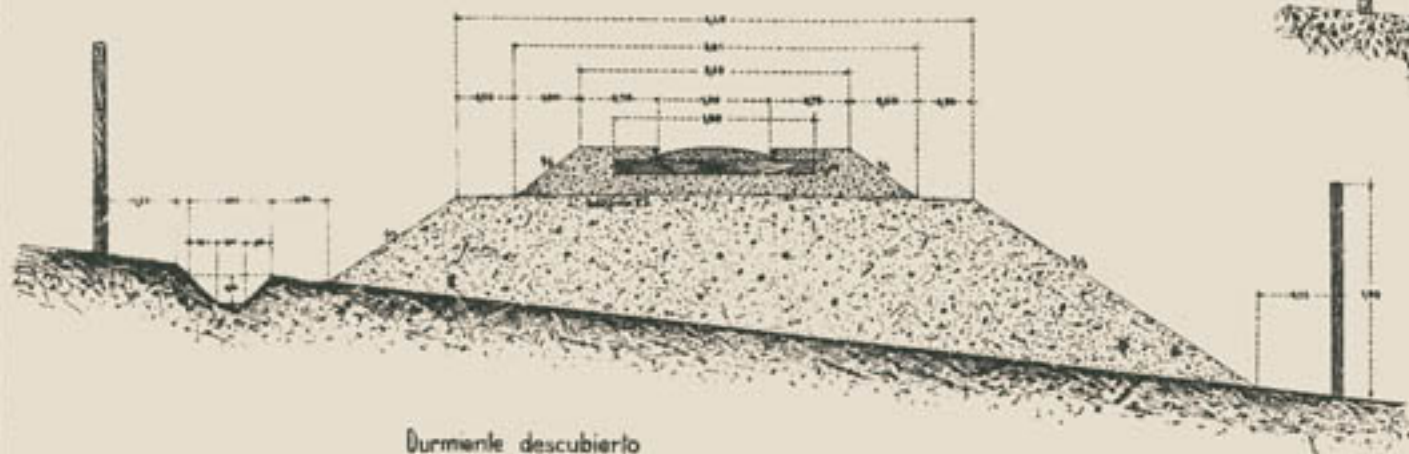
Escala 2 cm - 1 m

Nivel



Nota. Las dimensiones apuntadas con excepción de las de la infraestructura, serán consideradas como mínimas.

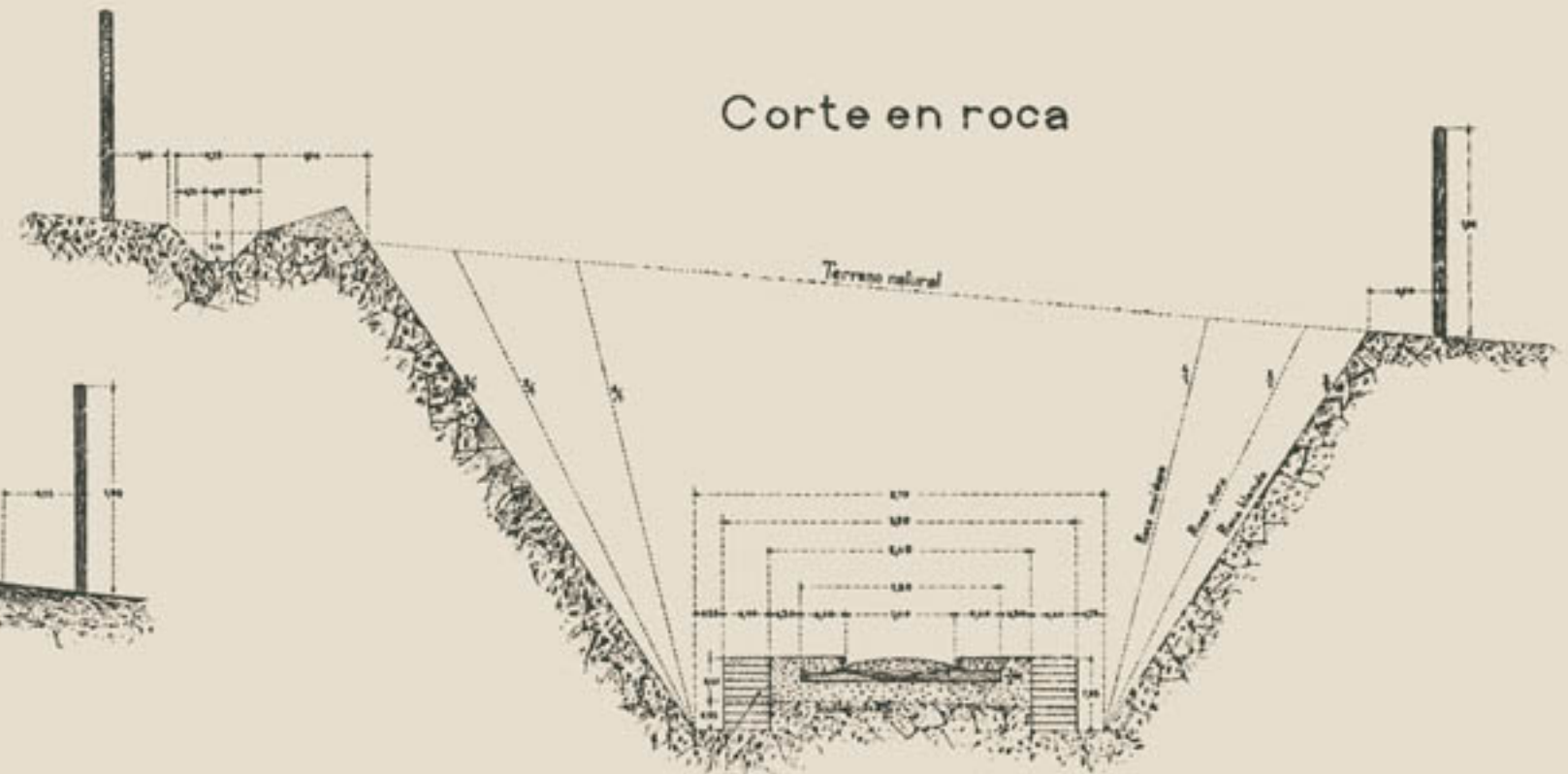
Terraplen



Durmiende descubierto



Corte en roca



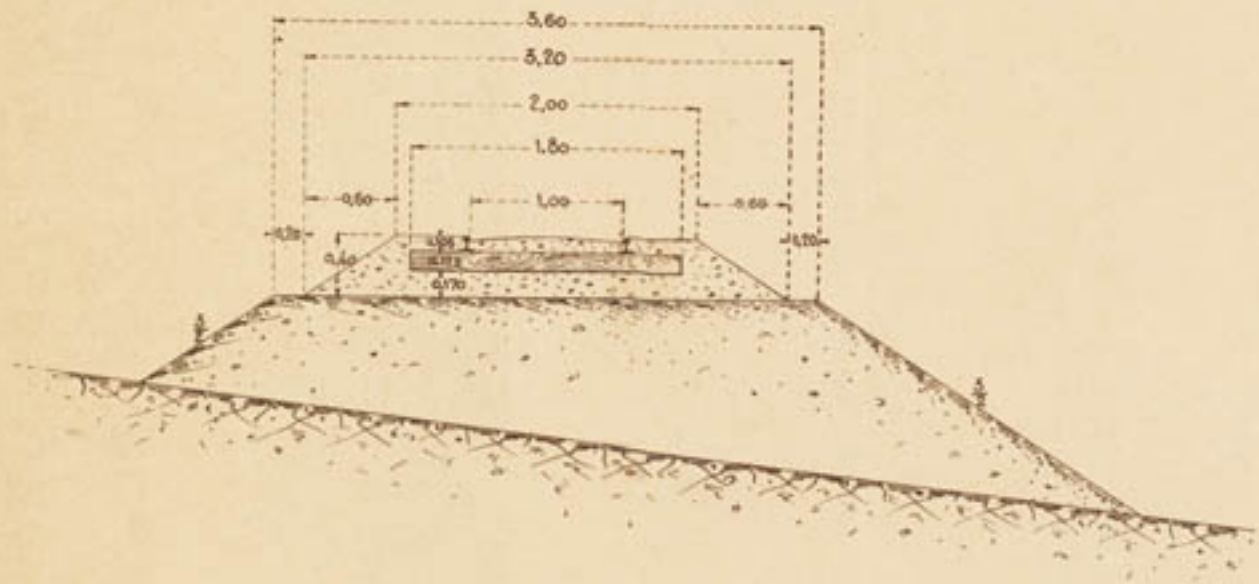
Barbacanas de 0.15m de alto colocadas a 1.50m entre ejes

PERFILES ESPECIALES PARA LA REJION NORTE DE CHILE

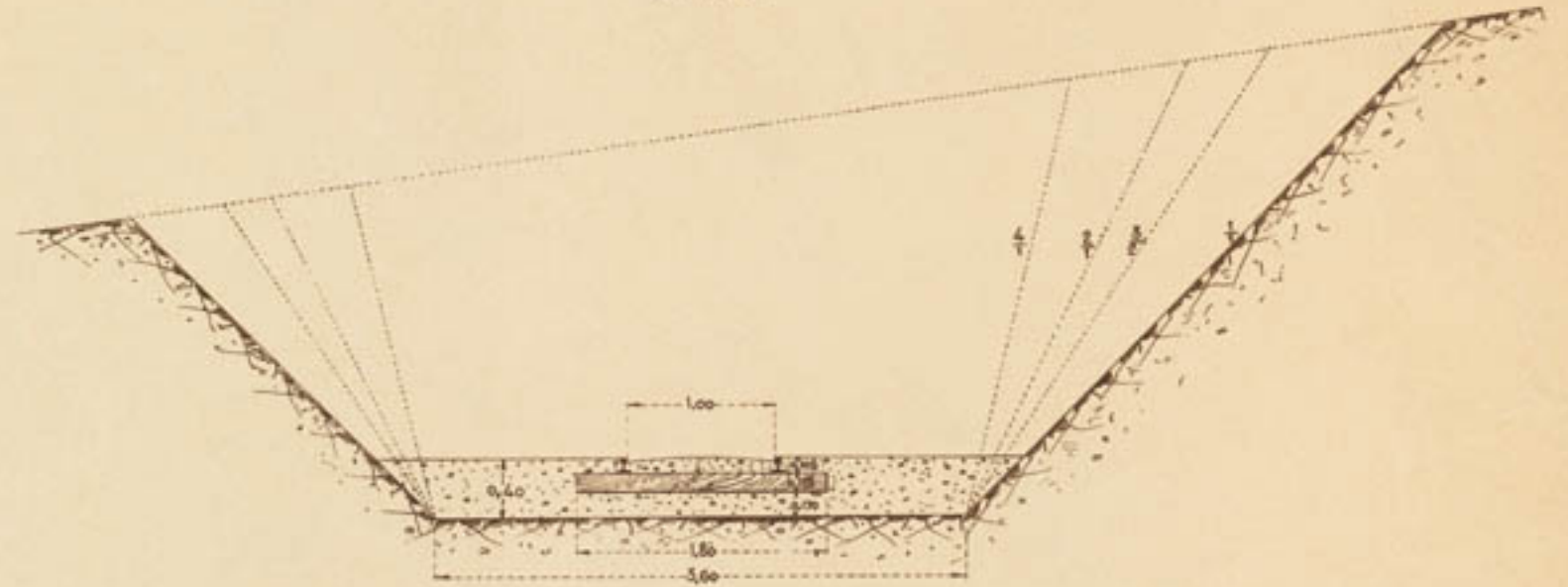
Escala 1:40.

TROCHA 1,00 MT.

Terraplen

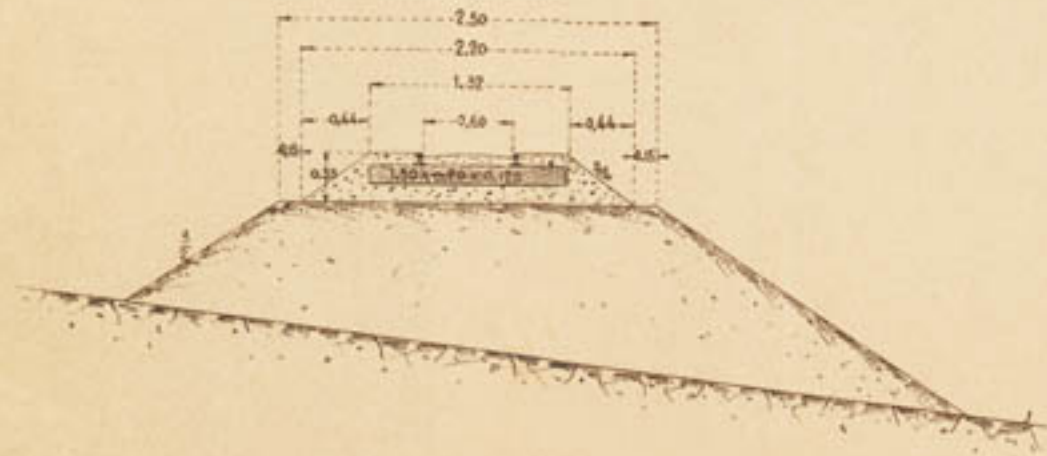


Corte

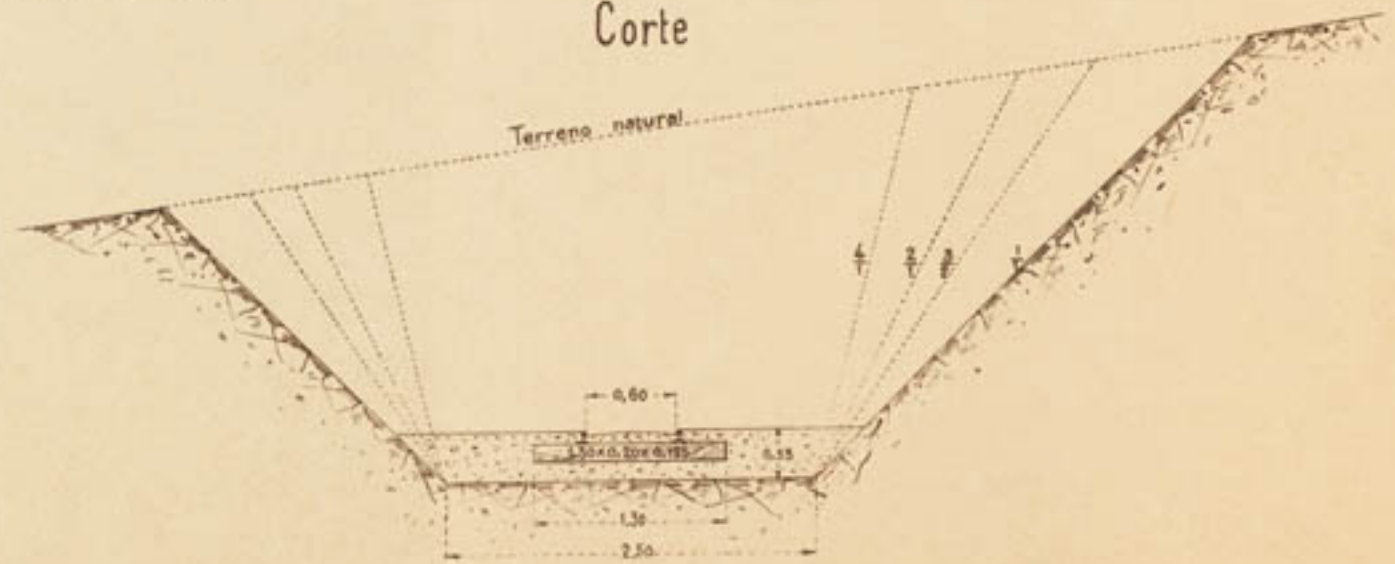


TROCHA 0,60 MT.

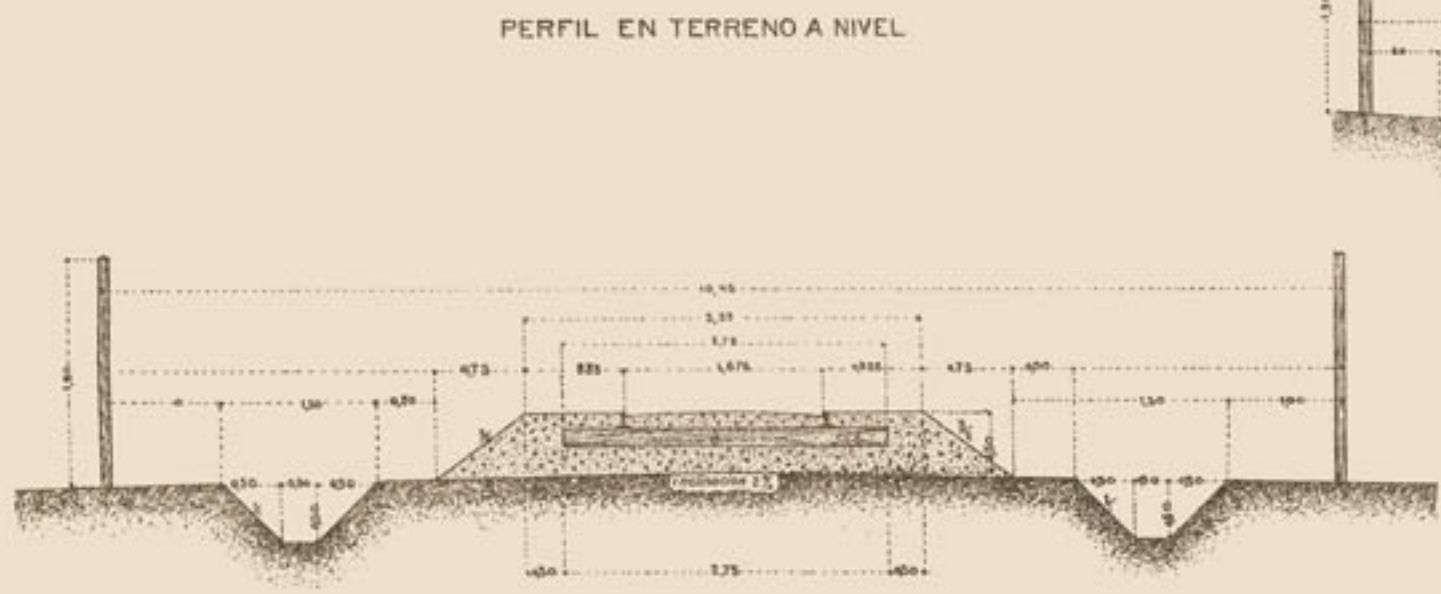
Terraplen



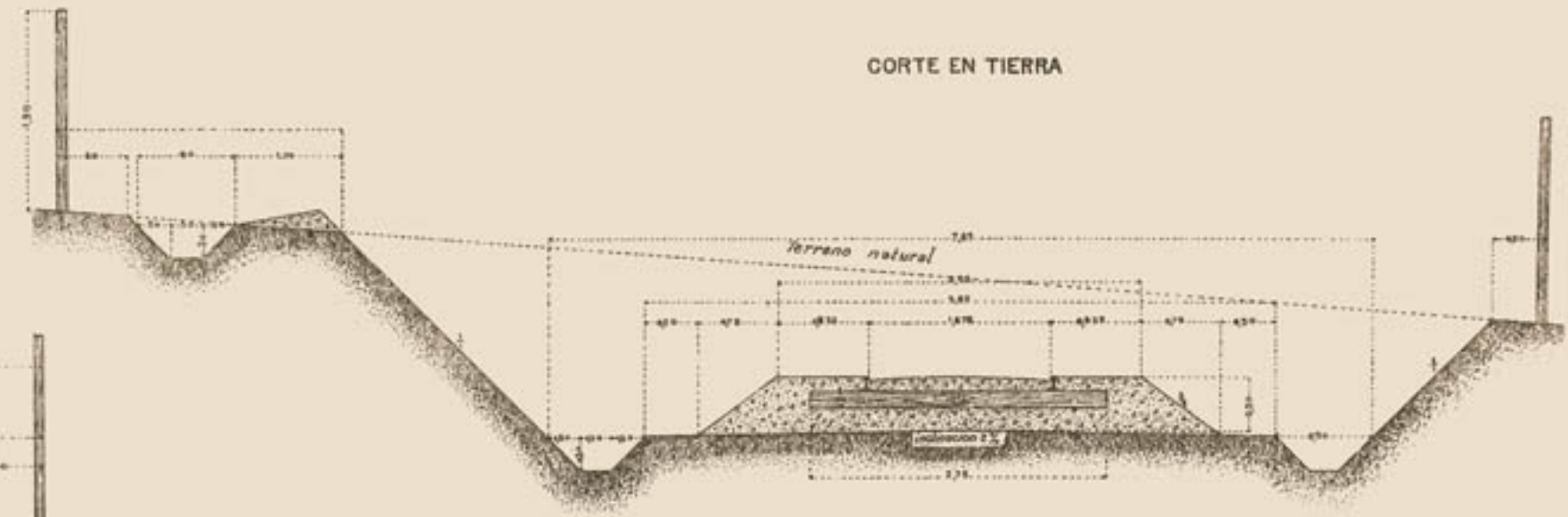
Corte



PERFIL EN TERRENO A NIVEL



CORTE EN TIERRA

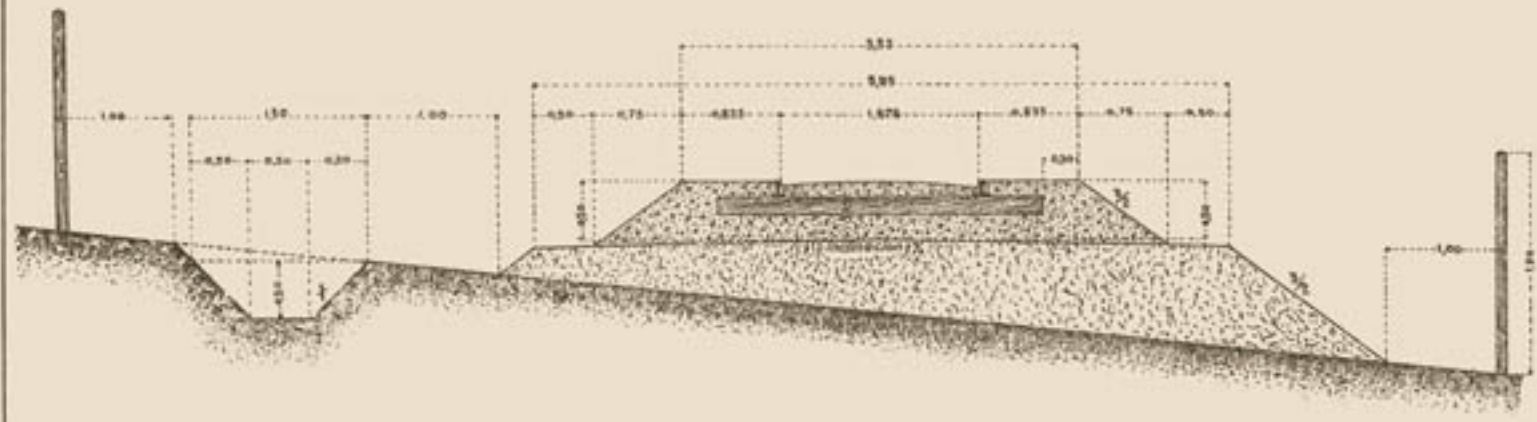


PERFILES TIPOS DE LA VIA
TROCHA 1,676
ESCALA 2% = 1^m

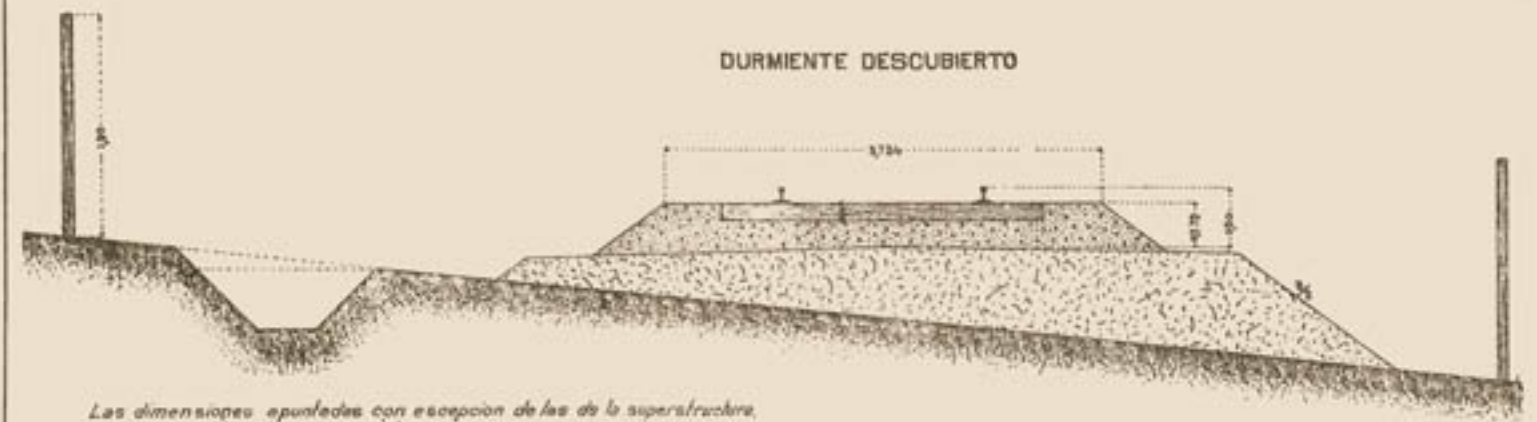
CUBICACION por Kml.					
TIPO NORMAL	LASTRE	TIPO ESTRECHO	LASTRE	ALBANILERIA	
Durmiente cubierto	1900	Durmiente cubierto	1474	Durmiente cubierto	807
Durmiente descubierto	1492	Durmiente descubierto	1067	Durmiente descubierto	490

Lastre por Kml en líneas de pequeña circulación 2072

PERFIL EN TERRAPLEN

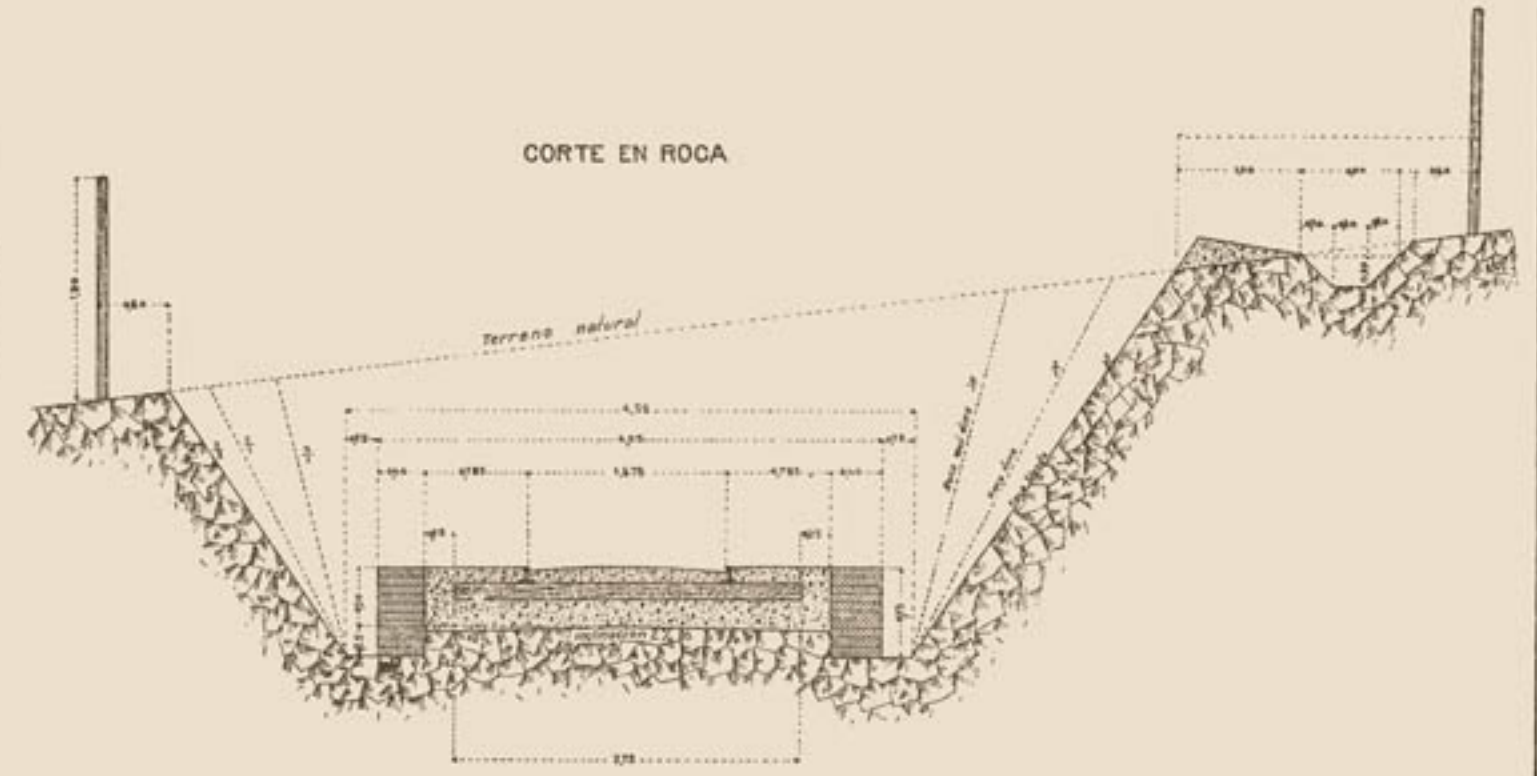


DURMIENTE DESCUBIERTO



Las dimensiones apuntadas con excepción de las de la superestructura, serán consideradas como mínimas

CORTE EN ROCA



Barbacanas de 0,15 de alto y colocadas a 1,50 entre ejes

POR VÍA DE COMPLEMENTO DE LAS CIFRAS CONSIGNADAS
EN LAS MONOGRAFÍAS PRECEDENTES,
INSERTAMOS EL CUADRO SINÓPTICO SIGUIENTE
QUE DA UNA BUENA IDEA DE LAS MAGNITUDES RELATIVAS:

Datos sobre los ferrocarriles en construcción o recientemente terminados

Trocha de 1,68 m

Nombre	Clasificación	Longitud km	Movimiento de tierras			Costo por kilómetro, deducido del presupuesto				
			la vías m ³	terrazas corte en fosos y desviaciones	Terraplenes m ³	Promedio por km	Cubo de albanilería por km	Infraestructura Cambio \$ m/c	Superestructura Oro 18 d	
Alcones a Pichilemu	Muy accidentado mov. de tierra mayor 55.000 m ³ por km	37,800	2.274.734	67.535	2.468.764	127.276	2.046	12 5/8	222.426	21.196
Hualañé a Llico	ACCIDENTADOS Mov. de tierra comprendido entre 55.000 m ³ y 35.000 m ³ por km	47,918	1.350.631	9.575	1.151.218	52.411		12 5/16	305.120	24.113
Melipilla a San Antonio		52,000	1.162.413	100.367	1.164.934	45.631	980	15 1/16	119.470	26.492
Osoorno a Puerto Montt		126,000	2.035.042	192.777	2.366.095	36.380	350	15 1/4	112.130	25.178
Selva Oscura a Curacautín		28,600	600.058	42.353	541.924	41.410	234	12 5/16	84.435	20.554
Santiago al Peñón	Semiaccidentados. Mov. de tierra comprendido entre 35.000 y 20.000 m ³ por km	1,395	1.447		37.592	27.985	3.100	15 14/16	96.100	16.460
Temuco a Carahue		55,630	829.054	696.114	27.272	530	16 3/8	31.592		
Pitruquén a Antillhue		114,682	1.277.008	36.108	1.378.974	23.159	468	15 9/16	34.666	
Rucapequén a Río Itata		18,140	209.024	1.458	183.776	21.844	370	15 14/16	33.989	18.065
San Vicente a Peralillo	PLANOS Mov. de tierra menor que 20.000 m ³ por km	35,840	368.359	28.238	291.313	19.193	532	12 5/16	64.201	21.800
Curicó a Hualañé		37,200	207.619	30.407	216.607	12.221	210	15 14/16	28.780	16.967
Circunvalación		3,200	20.608	5.000	17.809	13.567	298	16 3/8	16.707	
Coihue a Nacimiento		8,000	4.291	6.680	82.333	11.660	68	15 1/4	27.287	20.808
Púa a Selva Oscura		20,100	52.219		115.237	8.659	137	15 14/16	12.104	17.074

* Los datos se refieren a la primera sección del ramal de Curicó a la puntilla de la colorada.

	<i>Trocha de 1,00 m</i>									
Rayado a Vilos Choapa a Salamanca Serena a Pelicana	Muy accidentado. Mov. de tierra mayor que 25.000 m ³ por km	26,100	411.297	10.374	412.545	31.972	454	15 1/16	32.915	12.604
		27,000	314.882	58.563	353.536	26.928	1.179	15 14/16	29.059	10.057
		29,123	346.460	31.630	351.087	25.037	283	10 7/8	33.487	15.914
Choapa a Illapel Choapa a Monte Oscuro Rayado a Papudo (Sec. Quinq-Papudo)	Accidentado. Mov. de tierra comprendido entre 25.000 m ³ por km	19,470	150.361	30.271	298.876	24.628	53	10 7/8	41.509	9.354
		17,240	185.313	29.092	145.421	21.451	540	12 5/16	46.149	
		18,400	185.402		206.009	21.272	287	12 5/16	49.267	13.585
Paloma a San Marcos	Semi accidentados Mov. de tierra comprendido entre 10.000 m ³ por km	41,590	318.453	16.805	185.936	9.454	41	16 3/8	25.788	7.012
Serena a Rivadavia Anima a Los Pozos San Clemente a Colorado Inca a Chulo Rancagua a Donique Tanca a San Clemente Ferrocarril de Chañaral Pueblo Hundido a Cerrillos San Felipe a Putaendo	Mov. de tierra por km menor que 10.000 m ³	81,100	389.552		377.227	8.252	14	17 13/16	15.587	
		20,340	58.537	3.000	106.321	8.063	99	12 5/16	17.784	12.190
		27,873	119.066	17.897	87.786	6.374	12	15 1/16	7.562	12.152
		88,080	261.600		299.886	5.280	3.400	10 7/8	44.404	12.660
		21,110	22.930	6.282	82.253	4.611	86	17 13/16	9.016	
		20,548	35.042	9.413	50.293	1.706	16	17 13/16	2.315	
		54,540	46.861	5.000	41.219	4.478	59	10 7/8	8.916	10.892
		407,900	793.828	20.482	1.012.197	5.283	130	10 1/2	17.353	28.839
		16,100	34.588	6.951	43.521					
Ancud a Castro	Muy accidentado. Mov. de tierra por km mayor que 20.000 m ³	89,560	1.453.700	17.171	604.042	23.167	114		32.361	7.031
		73,320	801.453	23.219	327.389	15.712	218		34.374	6.427
San Bernardo al Volcán	Accidentado. Mov. de tierra comprendido entre 20.000 y 10.000 m ³	35,027	29.602	8.743	31.767	2.002	58	10 7/8	13.715	6.147
		33,169	11.149	16.257	45.701	2.204	75	10 7/8	14.356	7.017

Trocha de 0,60 m

% de presupuesto que corresponde a las partidas siguientes

Nombre	Clasificación	Expropiaciones		Movimiento de tierra		Obras de arte menores		Obras de arte mayores		Túneles		Muros de sost. y def.		Edif. est. y accesorios		Superestructura de la vía		Cerro y telegráf.	
		m/c	oro	m/c	oro	m/c	oro	m/c	oro	m/c	oro	m/c	oro	m/c	oro	m/c	oro	m/c	oro
Alcones a Pichilemu	Muy accidentado. Mov. de tierra mayor 55,000 m ³	42,36		6,56	3,18	4,00	38,21	0,38	3,68	4,58	96,00	0,97							
Hualañe a Llico	ACCIDENTADOS	23,24		8,41	0,23	47,61	42,28	1,49	2,24	5,79	48,80	1,07	0,52						
Melipilla a San Antonio	Mov de tierra comprendido entre 55,000 m ³ y 35,000 por km	28,610		11,48	9,00	17,00	10,45	1,799	5,214	20,950	2,445								
Osonoro a Puerto Montt		56,14		12,39		2,76	3,56	16,01	13,18	14,22	11,67	82,21	3,83						
Selva Oscura a Curacautín		24,16		27,17		5,26		5,95	18,47	9,01	100,00	0,34							
Santiago al Peñón	Semiaaccidentados.	46,10		13,88		24,19	9,26		12,96	13,36	2,45								
Temuco a Carahue		31,79		15,48		10,63	3,73		14,06	17,29	96,27	10,56							
Pirruquén a Antihue	Mov. de tierra comprendido entre 35,000 y 20,000 m ³ por km	23,81		19,93		1,36	23,41	2,47	10,93	15,85	75,61	6,65							
Rucapequén a Río Itaja		23,99		8,85		24,29	11,15	0,55	7,18	18,75	86,78	5,21							
San Vicente a Peralillo	PLANOS	23,84		19,88					19,33	33,22	2,65								
Cinco a Hualañe	Mov. de tierra menor que 20,000 m ³ por km	29,90		6,34					29,47	11,11	26,83	88,89	7,43						
Circunvalación		22,15		20,21					21,77	27,62	100,00	8,21							
Coihue a Nacimiento																			
Púa a Selva Oscura																			
<i>Trocha de 1,00 m</i>																			
Rayado a Vilos	Muy accidentado. Mov. de tierra mayor que 25,000 m ³ por km	43,36		16,69	6,19	39,52	11,82	0,10	0,77	15,14	59,33	5,90							
Choapa a Salamanca		35,40		14,04		5,35	15,72	18,72	7,88	13,30	80,62	5,28							
Serena a Pelicana				29,30		8,06		4,90		7,70	39,87	5,53							
Choapa a Illapel	Accidentado. Mov de tierra comprendido entre 25,000 m ³ por km	20,00		11,10		19,20		3,90	2,32	20,50	21,10	2,60							
Choapa a Monte Oscuro		43,36		14,26		5,07		13,81	12,73	14,93	6,22								
Rayado a Papudo (Sic. Quing-Paudo)		34,80		19,51		11,11	26,73	1,25	12,73	13,13	67,82	7,45							

Paloma a San Marcos	Semiaccidentados Mov. de tierra comprendido entre 20.000 y 10.000 m ³ por km	27,95	9,57	13,00	6,02	53,53	3,31	14,85	1,05	19,40	45,42	5,87	
		3,55	4,23	1,20	7,38	12,57	23,02	3,03	17,55	23,02	15,69	3,09	3,09
		63,94	1,46	2,40	7,17	0,71	24,58	0,35	2,38	22,40	96,25	11,49	2,23
		21,61	16,73	0,06	3,39	0,75	42,80	2,55	76,17	14,63	87,99	6,15	9,16
		49,87	2,69	4,32	11,44	32,83	4,85	23,32	26,08	45,89	97,55	2,96	3,43
		9,42	9,57	2,02	6,87	0,27	3,61	42,86	29,97	12,79	19,01	83,50	11,78
		17,26	4,5,39										
		22,92	1,33										
		34,86	14,39	2,19									
		26,00	11,20	3,70									
			<i>Trocha de 0,60 m</i>										
Ancud a Castro	Muy accidentado Mov. de tierra por km mayor que 20.000 m ³	59,26	7,56	6,15	3,26	4,04	5,35	1,02	9,80	98,98	4,55		
		37,71	6,35	14,04	14,55	11,90	13,57	8,20	10,11	77,24	6,27		
San Bernardo al Volcán	Accidentado. Mov. de tierra comprendido entre 20.000 y 10.000 m ³	7,78	11,59	2,94			44,02	1,95	21,07	94,89	15,52	0,20	
		4,57	16,99	10,40	17,84		20,85	0,69	20,43	81,46	26,74		
Chillan a Pinto	Plano. Mov. de tierra menor que 5.000 m ³												
Linares a Colbún													

ALBERTO DECOMBE
INGENIERO JEFE

APÉNDICE

A demás de las líneas en proyecto, enumeradas en el capítulo precedente, hay todavía un cierto número cuyos estudios están en preparación más o menos avanzada, entre los cuales dos casi terminados permiten consignar algunos pormenores. Éstos son el de Cauquenes a Quirihue y Coelemu, y una segunda sección del de Chillán a las termas.

DE CAUQUENES A QUIRIHUE Y COELEMU

Los estudios preliminares y definitivos que fueron contratados por la Dirección de Obras Públicas con el infrascrito, están por terminarse en estos momentos.

Se ha impuesto este proyecto por la necesidad de establecer una vía local que dé salida por el puerto de Tomé a la rica y valiosa zona de la provincia del Maule, especialmente a la parte de la costa, que es por donde este ferrocarril hace su atravesio.

Mirado el problema bajo este punto de vista y considerando el accidentado terreno que este ferrocarril debía recorrer, la dirección General de Obras Públicas fijó para él la trocha mínima de 0,60 m y las características correspondientes a un ferrocarril de 3^{er}. orden. Así, se podrían emplear gradientes de hasta 45‰ y curva mínima de 40 m de radio.

Esta línea tiene su arranque en una estación de transbordo establecida en Cauquenes, capital de la provincia del Maule, y tomando la ribera oriental del río Cauquenes, se desarrolla hasta llegar al pueblo de Quirihue, capital del departamento de Itata, en el kilómetro 67,400; sigue de Quirihue por la quebrada de Las Lagunillas hasta alcanzar el portezuelo de Tenequín en el kilómetro 78,400, para pasar a la quebrada de Quilpolemu, por cuya falda oriental baja hasta llegar a las orillas del río Itata en el kilómetro 107, bordea las orillas de este río hasta enfrentar al pueblo de Coelemu en el kilómetro 115 y lo cruza con un gran puente de 780 m de largo y dos acueductos de inundación que suman 170 m, rodea finalmente el pueblo de Coelemu y entra a la estación de su mismo nombre en el kilómetro

118,000, estableciéndose otra estación de transbordo con la línea ancha que se construirá desde Rucapequén al puerto de Tomé.

Gradientes

La línea sale de Cauquenes a la cota 142,00 m se mantiene horizontal en 33,100 kilómetros; sube 214,06 m en 21,700 kilómetros y baja 110,94 m en 12,600 kilómetros; en estas condiciones llega al pueblo de Quirihue.

Tiene, por consiguiente, en esta sección una pendiente media de subida de 0,98% y una pendiente media de bajada de 0,88%; llegando a Quirihue con la cota 245,12 m.

Para llegar a Coelemu la línea se mantiene en horizontal en 18,980 km; sube 175,74 m. en 11,720 kilómetros y baja 394,59 m en 19,900 kilómetros; tiene por consiguiente esta sección para llegar a Coelemu una pendiente media de subida de 1,5%, y una pendiente media de bajada de 0,2% m llegando finalmente a Coelemu con la cota 26,27 m.

Rectas y curvas

El desarrollo exacto y total de esta línea es de 118,03175 kilómetros y su trazado se descompone como sigue:

1ª sección. Suma de las rectas	km	42,26138
sección. Suma de las curvas		25,21037
2ª sección. Suma de las rectas		30,99855
sección. Suma de las curvas		19,56145

Resumiendo:

Suma de las rectas	km	73,25993
Suma de las curvas		44,77182
SUMA TOTAL	km	118,03175

En la 1ª sección hay 512 curvas y en la 2ª hay 446, o sea, un total de 958 curvas en los 118 kilómetros, a lo que corresponde un promedio de 8 curvas por kilómetro, y en el total un 62½% del trazado en recta y el 37½% del trazado en curvas.

No se necesita hacer ningún otro comentario para establecer las condiciones excepcionalmente difíciles en que se ha encontrado el infrascrito para hacer el trazado.

Movimiento de tierras

Con el carácter regional de este ferrocarril y la elasticidad de las características, el movimiento de tierras se ha reducido al mínimo, para llegar a tener un proyecto realmente económico.

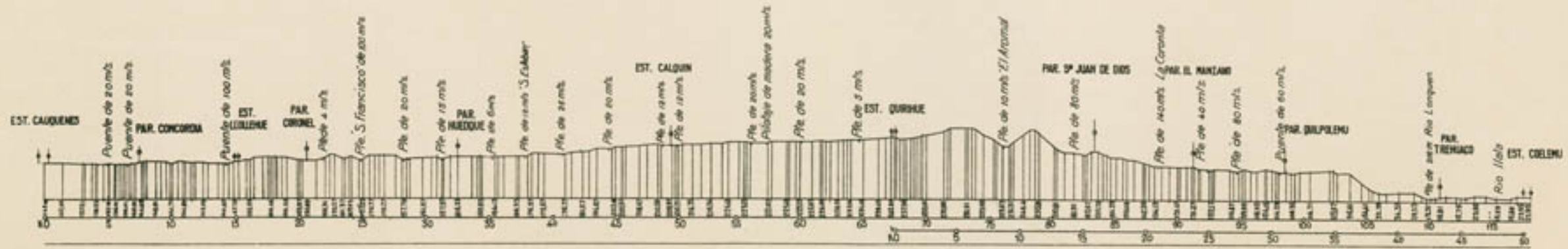
FERROCARRIL DE CAUQUENES A QUIRIHUE Y COELEMU

Kilómetros



PERFIL LONGITUDINAL

Escala
Metros
Kilómetros



Obras de arte

En su generalidad ellas tienen poca importancia y se han proyectado con toda economía, sin dejar de mano la consideración de que tengan el carácter de obras definitivas. Hay en las dos secciones 267 tubos de cemento; 28 alcantarillas abovedadas y puentecitos menores, 8 puentes de caballetes de madera con largos variables entre 20 y 140 m; y 5 puentes metálicos de alguna importancia.

Entre éstos conviene anotar el puente del Itata, que con sus acueductos de inundación, tienen un largo total de 950 m; el del Lonquén de 216 m.; el de la Raya de 25 m.; y el de Morengo de 12 m.

Estaciones

Tiene 3 estaciones de importancia: Cauquenes, Quirihue y Coelemu; fuera de éstas, se han establecido las siguientes: Llolehue (km 15) y San Juan de Dios (km 82). Además tenemos los siguientes paraderos: Concordia (km 7); Coronel (km 21); Huedque (km 32); Calquín (km 49); El Manzano (km 91); Quilpolemu (km 98) y Zehuaco (km 110).

Material de la vía

Tanto para el material de la vía como para las demás necesidades de esta línea: trenes tipos, carga rodante, etc., se han adoptado los tipos aprobados por la Dirección de Obras Públicas y como ellos han sido publicados, estimo inoficioso detenerme para entrar en mayores detalles.

Presupuesto

El presupuesto aproximado de esta línea que sólo será exacto cuando termine el proyecto alcanza a 3.200.000 pesos moneda corriente y 1.100.000 oro de 18 d.

JORGE VARGAS SALCEDO
INGENIERO CIVIL

DE CHILLÁN A LAS TERMAS

Sección de Pinto a El Recinto

Descripción e importancia

Salido el ferrocarril de la estación de Pinto, (kilómetro 34,600, cota 275), ubicada frente al pueblo de este nombre, en la ribera norte del río Chillán, sigue la línea esta ribera por un espacio de 18 kilómetros. Este trayecto se hace en los primeros doce

kilómetros por terrenos planos cultivados, subdivididos generalmente en pequeñas propiedades. La estación de La Esperanza (kilómetro 43, cota 359) sirve además de estos terrenos agrícolas los extensos fundos de la ribera norte del río Chillán que tienen considerable importancia agrícola y los bosques de las montañas del oriente y norte muy ricos en robles, lingues y raulíes. Pasados los primeros doce kilómetros la línea sigue por laderas relativamente accidentadas hasta cruzar el río Chillán (kilómetro 52,600, cota 465), y seguir por su ribera sur por faldeos algo más dificultosos hasta entrar a la quebrada de Las Peladillas (kilómetro 57, cota 590), para seguirla por espacio de 6 kilómetros.

Esta quebrada es sumamente accidentada y tiene una pendiente considerable por lo que ha sido necesario usar las normas más amplias de la trocha de 0,60 m. Salida la línea de esta quebrada pasa el camino público a Las Termas y sigue por terrenos enteramente planos hasta llegar a la estación del Recinto, término de nuestro estudio, en el kilómetro 64,600, cota 796. Esta estación serviría la zona agrícola de los valles del Diguillín y Renegado y las montañas del oriente.

Puede decirse que hasta este punto el ferrocarril a Las Termas es únicamente agrícola y se justificaría plenamente sin tomar en consideración el movimiento de pasajeros a Las Termas. Este movimiento será sin duda importantísimo cuando el ferrocarril llegue hasta el establecimiento por la fama universal de que goza éste de poseer unas de las más poderosas aguas medicinales del mundo. La empresa que actualmente arrienda el establecimiento paga \$ 54.000 anuales y hay datos para creer que se obtendrían fácilmente \$ 200.000 en caso de hacerse llegar hasta ellas el ferrocarril. Con esta diferencia de cánón se amortizaría en pocos años el capital invertido en su construcción y se efectuaría hasta un espléndido negocio para el fisco y la Municipalidad de Chillán. Así lo demuestra el hecho de haberse ofrecido a la Municipalidad arrendar la estación por treinta años a razón de \$ 30.000 anuales, construyendo la firma comercial arrendataria por su cuenta el ferrocarril para entregarlo a la Municipalidad al término del plazo.

Gradientes y curvas

Gradiente máxima 4% entre el kilómetro 49,7 y el kilómetro 60.

Curvas

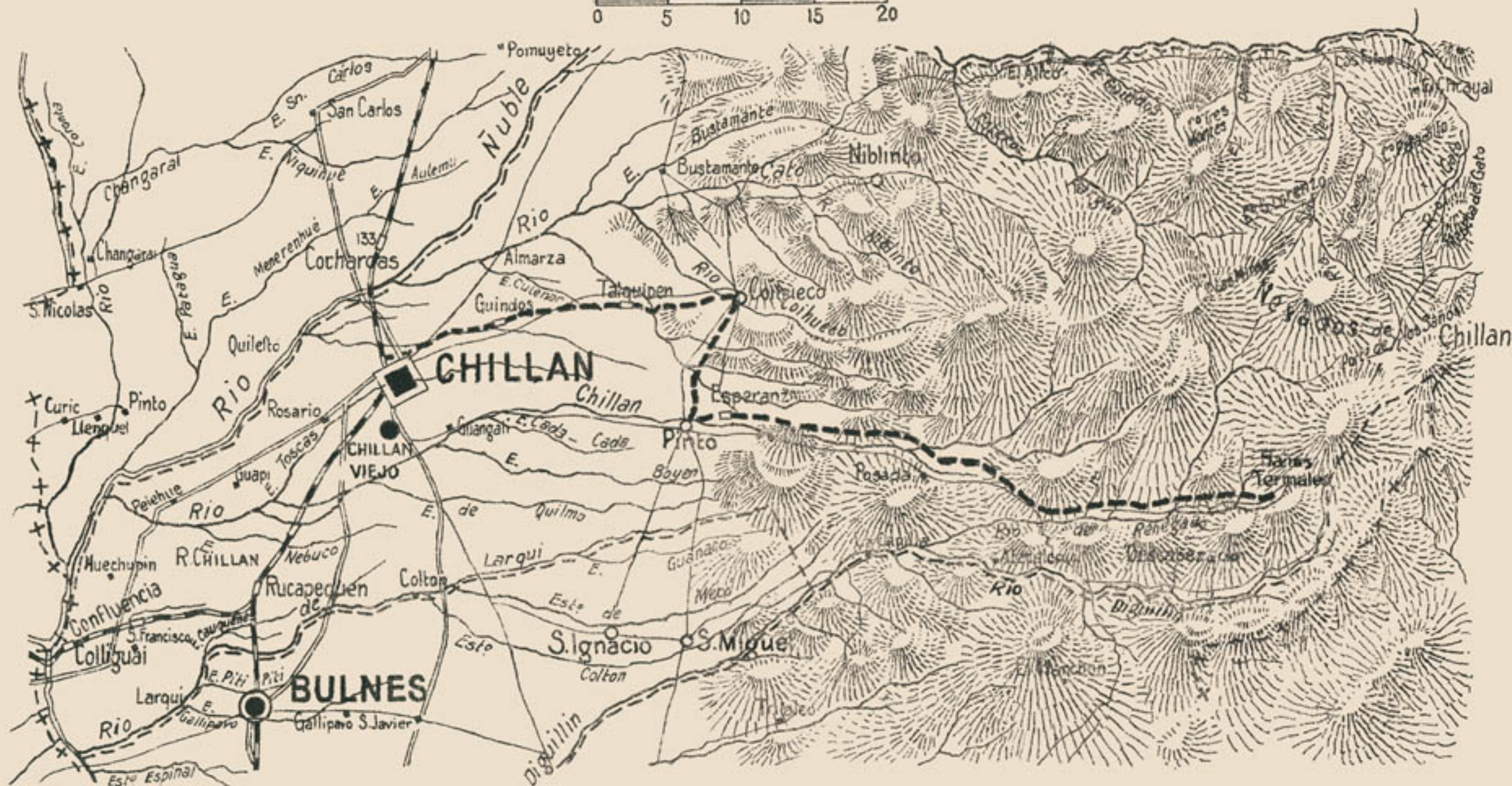
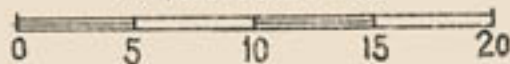
Radio mínimo 40 metros.

Distancia en curvas y contracurvas. Mínimo 10 metros.

El número de curvas es de 150 en 30 kilómetros. Ha sido absolutamente necesario para plegarse al terreno sumamente accidentado entre los kilómetros 45 y 62.

FERROCARRIL DE CHILLAN Á LAS TERMAS

Kilómetros



PERFIL LONGITUDINAL



Obras de arte mayores

Sólo el puente sobre el río Chillán.

<i>Estaciones</i>		<i>Cota</i>
Pinto	34,600	275
Esperanza	43,000	359 (no fijada definitivamente)

Peladillas (paradero): kilómetro 56, cota 556.

El Recinto: kilómetro 64,500, cota 796.

Presupuesto

Sin poder dar aún datos aproximados, se puede suponer que no subirá de \$1.200.000.

Estudios definitivos

Fueron contratados a \$2.250 por kilómetro, por los infrascritos y están por terminarse.

Material de la vía

Rieles 15 km 15 kg por metro.

Durmientes. 1,30 x 0,20 x 0,125 m.

Lastre ancho superior 1,50 m. de altura 0,33 y chaflanes 5/4.

LUIS DÍAZ GARCÉS. CAMILO EDWARDS.
INGENIEROS CIVILES

Fuera de éstos hay estudios definitivos menos avanzados de:

Casablanca a Valparaíso. 57 kilómetros, trocha 0,60 m por Emilio Recart.

Cauquenes a Chanco y Curanipe. 80 kilómetros, trocha 0,60 m por Ehler y Lanas.

Y anteproyectos o reconocimientos instrumentales de:

Unión a Río Bueno. 13 kilómetros, trocha 1,68 m por Fernando Petite.

Victoria a Traiguén. 35 kilómetros, trocha 1,68 m, por Juan Taulis.

Loncoche a Villa Rica. 43 kilómetros, trocha 1,00 m, por Rafael Jofré.

Hualañé a Melipilla. 188 kilómetros, trocha 0,60 m, por Enrique Tagle Rodríguez.

Curacautín al paso transandino del Arco. 128 kilómetros, trocha 1,68 m, por Oscar Parodi.

ÍNDICE

Presentación	v
Información general de ferrocarriles en estudio y construcción: monografía de la líneas férreas fiscales por <i>Ian Thomson</i>	ix
Prólogo	5
CAPÍTULO I: La red longitudinal	25
Granja a Santa Fe	51
Santa Isabel a Pampa Alta	52
Cerrillos a Pueblo Hundido	56
Ina a Chulo	64
Toledo a Cabildo	71
Cabildo a San Marcos	118
Paloma a San Marcos	123
Rayado a Los Vilos	128
Osorno a Puerto Montt	135
CAPÍTULO II: Ramales en construcción	147
Ancud a Castro	147
Púa a Curacautín	149
Saboya a Capitán Pastene	159
Chillán a Pinto	167
Linares a Colbún	173
Puente Maule	174
Curicó a Hualañé	178
Alcones a Pichilemu	196
Suplemento a Pichilemu	214
Melipilla a San Antonio	219
San Bernardo a El Volcán	226
Rayado a Papudo	232
Choapa a Salamanca	238
Arica a La Paz	252
Puente Cholchol	260

CAPÍTULO III: Ramales con estudio definitivo	
o propuestas pedidas	267
Paloma a Juntas	267
San Felipe a San Antonio de Putaendo	269
Paine a Talagante	282
Rancagua a Doñihue	292
San Vicente a Peralillo	296
San Clemente al Colorado	303
Rucapequén a Tomé y Penco	311
Yumbel a Río Claro	317
Cajón hacia el volcán Llaima	321
Cuadro Sinóptico	337
APÉNDICE	343
Cauquenes a Quirihue y Coelemu	343
Pinto a El Recinto	347
Casablanca a Valparaíso	351
Cauquenes a Chanco y Curanipe	351
Unión a Río Bueno	351
Victoria a Traiguén	351
Loncoche a Villarrica	351
Hualañé a Melipilla	351
Curacautín al paso transandino del Arco	351



B

En los primeros decenios del siglo xx, Chile lanzó un programa masivo de construcción de ferrocarriles por cuenta del Estado, cuyos resultados más demostrativos se produjeron en 1913, año en que se inauguraron más de mil kilómetros de vías, la gran mayoría de las cuales formaban parte de una línea troncal. Como en esa época no escaseaba el capital para invertir, consecuencia de la riqueza salitrera, el libro *Monografía de las líneas férreas fiscales* tuvo como tema central la descripción de los que, en 1910, se construían o estudiaban.

El texto, único por las características de la información que reúne, fue presentado en el Congreso de Ferrocarriles que se celebró ese año en Buenos Aires, y formó parte de una serie de publicaciones más o menos contemporáneas que contribuyeron a la promover la imagen del país al momento del Centenario de la Independencia Nacional.

De su lectura se concluye que para los gobiernos de la época lo primordial era modernizar el país mediante la construcción de ferrocarriles, siendo un objetivo implícito la promoción del desarrollo socioeconómico nacional.

