

DOCUMENTOS

Informe sobre los estudios del Ferrocarril longitudinal entre Cabildo i Copiapó

(Conclusion)

8. Otro elemento que hai que considerar es la resistencia que oponen las curvas a la traccion. Distínguense las de simple adherencia i las de cremallera.

Cuando una de las ruedas motrices de la locomotora carece de pestaña, i el resto del equipo no tiene marco ríjido, ademas de estar la fuerza centrífuga debidamente equilibrada por el peralte del riel exterior, la resistencia de aquellas 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 lonjitud de ámbos rieles. Teóricamente la conicidad que se da a las ruedas, ($1/30$ en trocha de un metro) está destinada a igualar los caminos interno i esterno; pero en la práctica se observa que la tal resistencia subsiste a pesar del artificio.

Siendo a la trocha, l el desarrollo de la curva i r su radio, la diferencia de largo de ámbos rieles es $\frac{al}{r}$ i 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 $i'_{0/00}$

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

de donde, para $a = 1$ m:

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

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

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

En líneas de algun 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 espaciamento de 71 mm de eje a eje, la diferencia de longitud entre una i otra barra en curva sería $\frac{0,071 \times l}{r}$ siendo l i r como antes el desarrollo i radio de la curva, i 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 en una i otra serie. Con l' como largo de cada barra parcial, dicho avance sería $\frac{0,071 l'}{r}$, o $1\frac{1}{2}$ mm en el caso de $l=3$ m i $r=140$ m, de modo que en cada juntura el piñon 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 i por tanto:

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

en que i ‰ es la pendiente de la vía i p , P los pesos de la locomotora i el convoi como antes.

Si espresamos este trabajo como el de una pendiente virtual i'' ‰, o sea:

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

obtendremos igualando i reduciendo: $i'' = 0,071 \frac{i}{r}$, cantidad por lo jeneral despre-

ciable, de tal manera que la resistencia de las curvas con cremallera es prácticamente igual a las de simple adherencia.

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

Supuesto (§ 3) que la pendiente de equilibrio de un tren por simple adherencia es 5º/100, lo cual tambien espresa la resistencia del convoi en la horizontal, una rampa cualquiera de i º/100 avaluada en traccion horizontal seria $\frac{i}{5}$, i su largo virtual:

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

en que L_0 es la proyeccion horizontal del trayecto.

Ademas, cada curva que en la tal rampa exista representa (§ 8) la resistencia de una rampa adicional $i'' = \frac{500}{r}$, cuya resistencia horizontal $\frac{100}{r}$ multiplicada por su proyeccion L_0 debe agregarse al largo virtual de la rampa recta.

Ateniéndose a la lei de signos, las bajadas o contrapendientes darian signos negativos para i , i esto ocurrirá en la práctica siempre que se aproveche el trabajo del descenso, como ser 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 jenerales de sueldos i reparaciones, podemos considerar el largo virtual de una tal bajada como absolutamente nulo, ya que no hai gastos propiamente, ni de potencia motriz ni de forraje. Pero si, durante el descenso, se opera la reduccion de velocidad del convoi por medio de algun 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 i se traducen en resistencia onerosa con un costo proporcional a la potencia consumida en esa operacion, estimada como parte alicuota del trasporte en via horizontal.

Este trabajo consumido por los frenos i por las resistencias pasivas del tren de bajada es siempre igual a la enerjia de caida libre del mismo, ménos la potencia viva del convoi a la velocidad uniforme i reglamentaria que se le permite:

$$\text{Trabajo del freno} = (P + p) \left(\frac{L_0 (i - 5)}{1000} - \frac{v^2}{2g} \right)$$

en la cual como ántes, $(P + p)$ es el peso de la locomotora i carros, L_0 el largo recorrido, i la pendiente en milímetros por metro, v la velocidad reglamentaria del descenso en metros por segundo i $g = 9,81$ 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' i 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 i por lo tanto resultará enteramente gratis siempre que la presión P' lo sea i 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 menester estimar separadamente del roce frenante.

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

$$P' = \frac{d\varepsilon}{dL_0}$$

cuyo valor sustituido e integrado entre los límites 1 i L es:

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

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: $\beta = e^{-\frac{v}{25}}$ 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	30	30,4
$L =$	m 18,20	13,30	0,74	0,00

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

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

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 ítem 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:

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

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 espresa también la resistencia de la horizontal dentada, i una rampa cualquiera i ‰/‰ avaluada con esta unidad sería $\frac{i}{5,5}$ i su largo virtual referido a la horizontal adherente:

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

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 adherente $\frac{1,1 \times 500}{5,5 \times r} = \frac{100}{r}$ 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, i multiplicar en seguida el total por 1.1:

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

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

$$\Sigma L = \frac{1}{5K} \left[\frac{(i - R)(L_0 - 1) + (i' - R')(L'_0 - 1) + \dots - 0,009 V^2 \log (L_0 + L'_0 + \dots)}{1000} \right]$$

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

	Belga	Aleman
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 en seguida remontarse a la 242 que es el punto mas bajo de los alemanes.

Ademas de estos largos virtuales, caben algunas observaciones sobre la capacidad de ámbos trazados, es decir los pesos movilizables i 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 i del Artificio a la boca norte pueden descomponerse como sigue:

	Descripcion	Distancia	Dif. cotas	Rampa media
BELGA				
1. Cabildo—Km 3,570.....	Adherencia	3,570	43,84	12,3 ⁰ / ₀₀
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
ALEMAN				
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 i 3 alemanas requieren 27,05 Km i 17,4 Km respectivamente. Introduciendo estos valores de i i v en las ecuaciones de traccion (2) i (4) obtendremos la razon $\frac{P}{p}$ del peso útil arrastrado al peso de la locomotora, en igualdad de tiempo, a saber:

$$\text{N.º 2 belga } \frac{P}{p} = 2,86$$

$$\text{N.º 2 aleman } \frac{P}{p} = 2,62$$

$$\text{N.º 3 belga } \frac{P}{p} = 2,86$$

$$\text{N.º 3 aleman } \frac{P}{p} = 2,07$$

Se ve que del lado de Cabillo la capacidad de ambos trazados es sensiblemente igual, máxime cuando las porciones N.º 1 de suaves rampas son tambien prácticamente 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 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:

Estudios belgas

	m		m
Cabillo.....		Choapa.....	
Artificio.....	41 024,99	Cabilolen.....	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
Cabilolen.....	94 961,11	Artificio.....	4 701,98
Choapa.....	8 231,33	Cabillo.....	21 301,29
Totales.....	438 090,47		427 488,30

Promedio: 432 789,39 m

Estudios alemanes

	m		m
Cabildo.....		Choapa.....	
Artificio.....	40 603,48	Las Astas.....	162 381,04
Las Palmas.....	196 134,28	Pupío.....	1 496,17
Tilama.....	1 135,27	Cristales.....	93 277,12
Cristales.....	89 313,46	Tilama.....	1 828,06
Pupío.....	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: 414 066,58 m

Aquí la comparación puede dividirse en tres partes: *Artificio-Tilama*; *Tilama-Cristales* i sobre todo *Cristales-Choapa*, que es la porción donde hai diverjencia en los trazados, yendo el belga por Las Vacas i Cabilolen i el alemán por Las Astas i Limáhuida.

Entre Artificio i Tilama puede verse que los belgas obtienen 8 045,45 m de ventaja i 967,31 m entre Tilama i Cristales; pero en cambio entre Cristales i Choapa tienen 27 193,25 m en contra. La ventaja de los ocho mil metros primeros es mas 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 i pendiente de 3 mm, 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 seria menester que el trazado belga subiese mas, aumentando su cremallera como en 1 Km, lo cual contribuiria a igualar largos virtuales. Los 967,31 m de ventaja belga entre Tilama i Cristales son jenuinos i debido a la diferencia de ámbos desarrollos.

Los 27 193,25 m de ventaja entre Cristales i 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 mas otro de 23 029,00 m o 21% de la proyeccion horizontal de 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 aleman en esta seccion podria observarse un detalle de ubicacion a saber: que para los efectos de empalme del futuro ramal a Chincolco, habria manifiesta conveniencia en que el cruce con el rio Petorca se verificara pasada la Quebrada Honda de Pedegua, lo cual en nada perjudicaria los largos virtuales. Los belgas consultan estas facilidades.

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

Estudios belgas

	m		m
Illapel.....	San Márcos
Cordon Hornos.....	316 230,01	Cordon Hornos.....	274 685,95
San Márcos	26 074,88	Illapel.....	5 601,53
Totales.....	342 304,89		280 287,48

Promedio: 311 296,18 m

Estudios alemanes

	m		m
Illapel.....	San Márcos.....
Cordon Hornos.....	270 235,96	Cordon Hornos.....	235 907,47
San Márcos	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% i las contragradientes una de 201,13 m o sea 23,75% a favor también de los alemanes. En cambio, estos consultan la construcción de un túnel de 2 100 metros i cabe verificar si el valor de esta obra quedaria compensada 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 Chillan i Sanchez a la márgen sur de dicho estero con el objeto de ahorrar dos puentes i sobre todo para esquivar los faldeos escarpados de la puntilla de Sanchez.

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 i cercana a ésta i a la carretera.

La sección Serena-Vallenar tiene por largos virtuales los siguientes:

Estudios belgas

	m		m
Serena		Vallenar.....	
Portezuelo Chorrillos.....	140 964,93	Port. Agua Amarga	187 745,32
Quebrada Honda.....	7 477,08	Quebrada Barrancones.....	11 548,08
Portezuelo Buenos Aires.....	82 251,65	Port. Incahuasito.....	121 524,87
Punta Placeres.....	14 248,61	Punta Placeres.....	13 669,54
Portezuelo Incahuasito.....	219 689,67	Port. Buenos 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

	m		m
Serena		Vallenar	
Port. Chorrillos.....	136 954,21	Port. Agua Amarga.....	189 956,75
Quebrada Honda.....	6 352,02	Quebrada Barrancones.	12 500,54
Port. Buenos Aires.....	79 727,76	Port. Incahuasito..	117 230,14
Punta Placeres..	12 235,39	Punta Placeres..	11 066,76
Port. Incahuasito..	212 149,87	Port. Buenos 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 16 950,50 m, o bien 3,12% del alemán. Las proyecciones horizontales dan un saldo de 5 701,50 m o bien 2,74% a favor de los belgas i las contragradientes 143,27 m o 8,22% al de los alemanes.

La ubicacion alemana de la estacion Vallenar, sobre la primera meseta del faldeo norte a la cota 419, o sea 20 m mas alta que el proyecto belga i 43 m mas 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 estremadamente difícil la prolongacion del dicho ramal al interior del valle del Huasco.

En la seccion de Vallenar al norte los trazados diverjen en Punta Diaz dirijiéndose los alemanes a Toledo i los belgas a Paipote, verificando ámbos empalme con el ferrocarril de Copiapó. Los largos virtuales se dan a continuacion:

Estudios belgas

Vallendar.....		Paipote.....	
Punta Diaz.....	132 579,18	Punta Diaz.....	190 802,91
Paipote.....	184 104,52	Vallendar.....	117 422,67
Total.....	316 683,70	Total.....	308 225,58

Promedio: 312 454,64 m.

Estudios alemanes

Vallendar.....		Toledo.....	
Punta Diaz.....	122 814,89	Punta Diaz.....	199 695,97
Toledo.....	143 164,68	Vallendar.....	113 351,07
Totales.....	265 979,57	Total.....	313 047,04

Promedio: 289 513,30 m.

La diferencia de estos promedios, 22 941,34 en pro de los alemanes, equivale al 7,92% de estos.

La proyeccion horizontal belga es 13746,00 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 comparacion de ámbos largos virtuales estimándolos hasta Paipote por ser éste el origen de la prolongacion del sistema longitudinal al norte, se obtendrian valores mas o menos iguales para los dos proyectos, aunque la traza por Toledo serviria directamente a Copiapó.

Observaremos a la traza alemana que puede mejorarse en esta seccion introduciendo la cremallera para salvar la sierra de Fritis i el acceso al llano Seco.

Resumiendo entónces, la suma de los promedios parciales es:

Belgas	1 619 838,80 m
Alemanes	1 515 716,72 »
	<hr/>
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 i reduciría a 4,64% la proporción favorable al mismo proyecto alemán. Estas cifras se refieren a la explotación definitiva de los dos trazados i están cargados a la cuenta belga los 97 589,30 m del ramal existente de Vilos a Illapel, que utilizan estos.

La diferencia de las proyecciones horizontales de ambos trayectos estudiados (belga 563 856,73 m i alemán 576 047,66 m) es igual a 12 190,93 m, o bien 2,19% más favorable a los primeros, i la de contragradientes (belgas 5 594,94 i 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 i Portezuelo de las Cruces.

En cuanto a la capacidad de acarreo, en uno i otro proyecto, está enteramente subordinada a las diferentes porciones donde se emplea la rampa de 30‰ o las que se le aproximan, i 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 Jeneral, que tal máximo podrá llegar a ser insuficiente en un ferrocarril de la categoría i las condiciones del Lonjitudinal, 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 i 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 i por otros detalles importantes, anexos a la explotación, nos permitimos insinuar al señor Inspector Jeneral que los estudios de este ferrocarril deben considerarse incompletos sin un dictámen 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.

Tonelaje de las mercaderías movilizadas por los puertos de la República en los años 1907 i 1908

(Datos tomados de la publicación oficial *Estadística Comercial de Chile*)

PUERTOS	1907			1908		
	Embarques	Desembarques	TOTALES	Embarques	Desembarques	TOTALES
Arica.....	9 508	35 429	44 937	17 013	26 103	43 116
Pisagua.....	122 078	122 556	244 634	159 276	111 180	271 456
Junin.....	98 030	55 861	153 891	83 781	42 238	126 019
Iquique.....	482 069	558 929	1 040 998	590 133	454 381	1 044 514
Caleta Buena.....	215 928	96 125	312 053	205 919	76 575	282 494
Tocopilla.....	200 730	81 407	282 137	197 927	108 647	306 574
Gatico.....	4 475	15 355	19 830	2 189	14 866	17 055
Huanillos.....	400	22	422	8	8	16
Antofagasta.....	323 656	639 843	963 499	608 183	469 433	1 077 616
Mejillones.....	82 255	105 418	187 673	256 811	168 135	424 946
Coloso.....	128 875	139 810	268 685	193 438	83 728	277 166
Taltal.....	214 765	260 385	475 150	238 063	220 194	458 257
Paposo.....	2 438	1 282	3 720	1 371	328	1 699
Caldera.....	12 179	64 075	76 254	13 650	45 179	58 829
Chañaral.....	10 826	34 227	45 053	10 614	23 146	33 760

PUERTOS	1907			1908		
	Embarques	Desembarques	TOTALES	Embarques	Desembarques	TOTALES
Carrizal Bajo.....	5 720	3 903	9 623	7 196	7 901	15 097
Huasco.....	9 161	23 476	32 637	11 804	15 563	27 367
Peña Blanca.....	3 087	4 626	7 713	4 172	4 231	8 403
Sarco.....	1 411	1 680	3 091	2 314	678	2 992
Coquimbo.....	65 023	122 204	187 227	52 788	78 793	131 581
Totalillo.....	1 768	12 378	14 146	2 001	976	2 977
Guayacan.....	9 631	45 419	55 050	8 041	45 860	53 901
Tongoi.....	1 901	6 176	8 077	4 742	5 231	9 973
Puerto Oscuro.....	1 909	3 544	5 453	1 933	1 767	3 700
Valparaiso.....	441 485	1 074 584	1 516 069	428 292	932 049	1 360 341
Quinteros.....				195	709	904
Los Vilos.....	6 595	12 880	19 475	8 793	10 986	19 779
Pichidangui.....	1 752	225	1 977	1 692	253	1 945
Papudo.....						
Zapallar.....						
San Antonio.....	3 457	244	3 701	4 180	1 017	5 197
Matanzas.....	333	17	350	342	37	379
Curanipe.....	133		133	189		189
Constitucion.....	3 350	1 655	5 005	8 015	2 088	10 103
Llico.....	2		2			
Talcahuano.....	90 892	212 757	303 649	161 012	216 723	377 735
Tomé.....	29 045	7 519	36 564	23 427	4 356	27 783
Penco.....	47 903	22 164	70 067	70 089	16 702	86 791
Coronel.....	616 512	19 631	636 143	324 997	15 397	340 394

PUERTOS	1907			1908		
	Embarques	Desembarques	TOTALES	Embarques	Desembarques	TOTALES
Lota.....	210 865	25 049	235 914	188 911	32 229	221 140
Lebu.....	48 358	6 821	55 179	52 581	5 868	58 449
Valdivia.....	71 250	67 363	138 613	86 879	67 630	154 509
Bajo Imperial.....	2 757	429	3 186	1 280	70	1 350
Carahue.....	180	1 927	2 107	653	127	780
Queule.....				73	41	114
Trumao.....	2 368	96	2 464			
Puerto Montt.....	8 470	12 659	21 129	6 184	23 228	29 412
Calbuco.....	26 435	3 958	30 393	7 813	3 260	11 073
Ancud.....	8 693	4 326	13 019	5 558	3 897	9 455
Achao.....				115		115
Quemchi.....	24 464	19 664	44 128	11,295	3 896	15 191
Melinka.....	11 617	293	11 910	8 775	330	9 105
Quellon.....	3 032	3 460	6 492	1 133	3 230	4 363
Quicaví.....	6 878	1 152	8 030	4 980	223	5 203
Mauillin.....	11 395	1 547	12 942	5 625	1 084	6 709
Puerto Grille.....	8 013	932	8 945	9 145	360	9 505
Totales.....	3 694 057	3 935 482	7 629 539	4 095 600	3 350 927	7 446 527