

ANALES

DEL

INSTITUTO DE INJENIEROS DE CHILE

ESTUDIO SOBRE LA APLICACION DE LA TRACCION ELECTRICA EN LA SEGUNDA SECCION DE LOS FERROCARRILES DEL ESTADO

POR

HORACIO VALDES O., RAUL CLARO SOLAR
FRANCISCO HUNEEUS G. I ALBERTO LIRA O.

(Conclusion)

CAPÍTULO V

ESTUDIO ECONÓMICO COMPARATIVO DE LA TRACCION A VAPOR I DE LA TRACCION ELÉCTRICA

1. *Especificaciones i presupuesto de las obras necesarias para efectuar la transformacion.* —En la imposibilidad de efectuar un cálculo completo i detallado del costo de las obras de esta transformacion, dada la condicion actual de nuestro estudio, solo nos es posible presentar un presupuesto global con el fin de dar una idea aproximada del costo de los trabajos, presupuesto que, en todo caso, será estimado mas bien por exceso para ponernos así en condiciones aun mas desfavorables al objeto que tenemos en vista.

a) *Presupuesto.* —El detalle del presupuesto aproximado de las diversas obras, puede consultarse a continuacion.

1. Compra de terrenos i estudios definitivos.....	\$ 100.000
2. Obras hidráulicas:	
tranque i accesorios.....	\$ 125.000
canal, estanques, etc.....	80.000
canalizacion forzada.....	50.000
edificios i desagües.....	80.000
5 turbinas de 2,000 H. P. completas.....	150.000
2 turbinas de 200 H. P. para las exitatrices....	20.000
direccion de trabajos i montaje.....	15.000
	\$ 520.000

3. Instalaciones eléctricas:

5 alternadores de 1,500 kilo-volts ampères.....	\$	250,000	
manchones de acoplamiento i dos grúas de 30 i 10 toneladas.....		50.000	
10 transformadores trifásicos de 750 kilo-volts-ampères.....		200.000	
tablero de alta tension.....		20.000	
tablero de baja tension i canalizacion interna....		20.000	
2 exitatrices de 150 kws.....		20.000	
taller de reparaciones, caminos, etc.....		10.000	
montaje de máquinas i vijilancia.....		20.000	
líneas de trasmision (cobre).....		340.000	
líneas de trasmision (postes).....		200.000	
5 sub-estaciones de 2.000 H.P.....		420.000	
líneas de distribucion.....		630.000	
conductores de servicio.....		360.000	
postes, aisladores, etc.....		450.000	
adaptacion de la via.....		200.000	
aparatos de proteccion i seguridades.....		50.000	
travesías de rios, cruzamientos, etc.....		200.000	\$ 3.440.000

3. Material de traccion:

60 locomotoras a 50.000 \$.....	3.000.000	
reforma de maestranzas.....	200.000	\$ 3.200.000

4. Direccion jeneral:

direccion i vijilancia de los trabajos.....	100.000	
gastos jenerales.....	100.000	
imprevistos, 10%.....	750.000	\$ 950.000

TOTAL..... \$ 8.210.000

Costo kilométrico de la transformacion, 32.840 \$

2. *Costo i producido de la actual explotacion.*—El estudio de la explotacion de la via tiene en el caso presente una importancia capital; mas bien dicho, los resultados de este estudio vendrán a ser los que señalen si hai conveniencia o no en substituir la traccion a vapor por la traccion eléctrica en nuestra red ferrocarrilera.

Considerada la cuestion bajo este punto de vista, deberá dirigirse el estudio de la explotacion en el sentido de establecer la comparacion entre los resultados que actualmente produce i los que podria producir con el cambio de sistema de traccion. Será, pues, este el sentido en que dirigiremos nuestras investigaciones.

La explotacion de toda empresa industrial comprende dos cuentas jenerales, la de

entradas i la de *gastos*, cuentas que deberemos analizar en el caso presente a fin de determinar las variaciones que podrían sufrir si se llevase a cabo la transformacion de que se trata.

Trataremos primero de la cuenta de *entradas*. En una empresa ferroviaria las *entradas*, o producido bruto de la explotacion, consisten en el valor de los fletes de los pasajeros, carga i equipaje movilizados por la empresa; su monto depende esclusivamente de la intensidad del tráfico i de las tarifas aplicadas, de tal modo que, si estos factores no se modifican, no es de preverse tampoco que varíe el total de *entradas* de la explotacion. En el caso presente no habrá desde luego modificacion de las tarifas, i en cuanto a la intensidad del tráfico podría ella aumentar si se proyectara una mayor velocidad en los trenes de pasajeros o bien un servicio mas rápido i espedito para la carga; pero, como en el presente estudio se ha tomado como base la de no modificar los itinerarios existentes, no existirán estos factores i no habrá por consiguiente ni aumento ni disminucion probable en el tráfico.

La cuenta de *entradas* no debe, pues, sufrir modificaciones con la substitucion de un sistema de traccion por otro, si no se alteran ni las tarifas ni los itinerarios, de modo que admitiremos que las *entradas* que producirá la línea central de la Segunda Seccion de la Empresa de los Ferrocarriles serán las mismas que las obtenidas hasta la fecha.

Pasemos a la cuenta de *gastos*. Esta cuenta comprende las partidas siguientes:

- gastos de administracion jeneral,
- gastos de traccion,
- gastos del tráfico,
- gastos del servicio de estaciones,
- gastos de conservacion de la via,
- gastos de reparacion i renovacion del material de traccion,
- gastos de reparacion i renovacion del material de transporte.

De estas partidas hai algunas afectadas por el cambio de sistema de traccion i otras que no tienen porqué sufrir alteracion con ese cambio.

Así, las partidas de *administracion jeneral*, *tráfico*, *servicio de estaciones* i *reparacion i renovacion del material de transporte* no sufrirán alteracion alguna, ya que ellas son independientes del sistema de traccion: no hai razon, entónces, para detenerse en analizar estas partidas, que serán comunes a la explotacion actual i a la que se haria con la proyectada traccion eléctrica.

No sucede lo mismo con las partidas de *conservacion de la via*, *traccion* i *reparacion i renovacion del material de traccion*, de las cuales las dos últimas dependen directa i únicamente del sistema de traccion empleado, en tanto que la primera se vé influenciada, si bien en pequeña escala, por las modificaciones que deben introducirse en la via para la aplicacion de la traccion eléctrica. Estudiaremos, pues, en detalle estas tres partidas, a fin de determinar la importancia de los gastos correspondientes a cada una de ellas en la seccion de línea a que se refiere el presente estudio.

Antes de entrar en este detalle, diremos que la base de que se ha partido para establecer los gastos de la explotacion actual ha sido la estadística de la Empresa de los Ferrocarriles del Estado correspondiente al año 1903. En realidad deberian haberse con-

sultado i reunido los datos correspondientes a un período de diez o mas años para tomar en seguida términos medios i tal habria sido el procedimiento seguido por la Comision autora de este ante-proyecto al haber tenido tiempo para ello; pero, suspendida bruscamente en el desempeño de su cometido i obligada a entregar el trabajo hecho en un plazo perentorio, se ha visto en el caso de optar entre no llevar a cabo el estudio de la explotacion o hacerlo con datos ménos completos que los que podria haber obtenido con un mayor trabajo; en esta disyuntiva la Comision ha optado por efectuarlo aceptando los resultados de la explotacion durante el año 1903, los que se encuentran reunidos i ordenados en el Boletín de Servicio de la Empresa. El estudio hecho sobre esta base no tendrá sin duda toda la autoridad que le habria dado el resumen de los resultados de varios años debidamente discentidos i comparados, pero suministra sin embargo indicaciones suficientemente precisas para el objeto que se persigue.

Hecha esta salvedad, entraremos a examinar las tres partidas arriba indicadas.

a)—*Conservacion de la via.*—En el proyecto de aplicacion de la traccion eléctrica no se altera la via actual; la superestructura, rieles, durmientes i lastre, se conserva tal como está hoi dia, sin mas modificacion que el agregado de un conductor de cobre en el edisaje o juntura de los rieles a fin de asegurar su conductibilidad eléctrica.

Las modificaciones introducidas son, pues, absolutamente despreciables bajo el punto de vista de los gastos de reparacion i conservacion. Antes por el contrario, la traccion eléctrica favorece la conservacion de la via por cuanto quedan suprimidos de hecho los movimientos nocivos de la locomotora a vapor pues las eléctricas poseen solo órganos rotatorios que no dan lugar a movimientos alternativos. Este punto deberá tratarse en la parte correspondiente de la explotacion eléctrica.

b)—*Gastos de traccion.*—Esta es sin duda alguna la partida importante del estudio en que estamos empeñados; de su magnitud comparada en los sistemas de traccion a vapor i traccion eléctrica resultará, casi esclusivamente, la conclusion de la conveniencia o no conveniencia de la substitucion en estudio. Es, pues, indispensable determinar de la manera mas exacta posible los gastos de traccion que corresponden al trozo de línea en que se proyecta la transformacion, o sea a la línea férrea central entre Santiago i Talca.

A este respecto conviene desde luego hacer presente que los datos estadísticos suministrados por la Empresa de los Ferrocarriles se refieren en globo a toda la Segunda Seccion, de la cual el trozo de línea indicado es solo una parte. La Segunda Seccion comprende, en efecto, la línea de Santiago a Talca, la de Santiago a Melipilla, el Ferrocarril de Circunvalacion de Santiago, los ramales de Pelequen a Peumo i de San Fernando a Alcones, i las líneas de trocha angosta de Talca a San Clemente i Talca a Constitucion.

Se hace, entónces, necesario dividir a prorrata los gastos totales de traccion de la Segunda Seccion entre el trozo de línea de Santiago a Talca i el resto de las líneas arriba indicadas. Este prorrato es casi imposible de establecer de una manera exacta por la diversidad de factores que intervienen en los gastos de traccion. Para convencerse de ello bastará observar que estos gastos comprenden el consumo de combustible, el consumo de lubricantes, la alimentacion de agua i pago de empleados, partidas que a su vez dependen de un número considerable de factores, como son: para el consumo de combustible, el kilometraje recorrido, la velocidad, el peso de tren arrastrado i las resistencias de

la vía; para el consumo de lubricantes, el kilometraje recorrido i la velocidad; para a alimentacion de agua, los mismos que para el consumo de combustible, i para el pago de empleados, el número de locomotoras en servicio, el servicio de cada una de ellas i los sueldos asignados al personal.

Siendo del todo imposible tomar en cuenta simultáneamente todos esos factores, ha sido necesario hacer el prorrateo sobre una base única, escogida de modo que se acerque en lo posible a la realidad de los hechos, englobando todos los demas factores no tomados directamente en cuenta. La base adoptada ha sido la de considerar el número de trenes-kilómetros, en toda la Segunda Seccion i en detalle en cada una de las líneas que la forman. La adopción de esta base implica la aceptación de que los pesos de los trenes arrastrados, las velocidades de marcha, las resistencias de la vía i el servicio de los empleados son mas o ménos análogos en todas las líneas de que tratamos, lo que, si no es exacto, se acercará por lo ménos lo bastante a la realidad para que los resultados obtenidos partiendo de esta base puedan estimarse como suficientemente aceptables.

De los itinerarios publicados por la Empresa de los Ferrocarriles se desprende que el número de trenes-kilómetros en un año se reparte como sigue en las líneas de la Segunda Seccion:

línea de Santiago a Talca.....	2.757.025 trenes-kilómetros
demás líneas i ramales.....	980.390 » »
total de la Segunda Seccion.....	3.737.415 trenes-kilómetros

Reducidos a tanto por ciento del total, estas cifras equivalen a las siguientes:

línea de Santiago a Talca....	74 %
demás líneas i ramales.....	26 %

Las cifras arriba apuntadas distan mucho sin duda de ser rigurosamente exactas, ya que, como se ha indicado, ellas provienen del estudio de los itinerarios de la Empresa, los cuales se modifican continuamente, sobre todo en lo que se refiere a los trenes de carga, segun las necesidades del servicio; pero de todas maneras permiten llegar a la conclusion de que la línea de Santiago a Talca representa aproximadamente las tres cuartas partes del total de la Segunda Seccion como intensidad de tráfico, esto es en cuanto al número anual de trenes-kilómetros. Esta conclusion, aunque obtenida con datos relativamente poco exactos, no distará mucho de la realidad i, en todo caso, puede aceptarse como base para el prorrateo de los gastos de traccion en un estudio jeneral como es el presente.

Admitiremos, pues, que los gastos de traccion correspondientes a la línea de Santiago a Talca sean las tres cuartas parte, o sea el 0,75 de los gastos totales de la Segunda Seccion. Ahora bien, segun los datos publicados por la Empresa, los gastos de traccion para toda esa Seccion han ascendido durante el año 1903 a la suma de 1.806.614 \$ de modo que, de acuerdo con la base indicada, podemos fijar en 1.354.960 \$ el total de los gastos de traccion correspondientes a la línea de Santiago a Talca. Redon-

deando esta suma en la de 1.350.000 \$ tendremos como punto de partida una base, que, si no todo lo exacta que pudiera descarse, es por lo ménos suficientemente aproximada para establecer sobre ella la comparacion entre el actual sistema de traccion i el de traccion eléctrica.

c).—*Reparacion i renovacion del material de traccion.*—Lo que se ha dicho en cuanto a la reparticion de los gastos de traccion en la Segunda Seccion es exactamente aplicable a la partida de reparacion i renovacion del equipo de traccion, de modo que bastará tomar el 0,75 del total de éstos para obtener la parte que corresponde a la línea de Santiago a Talca.

Siendo de 651.578 \$, el valor de estos gastos para la Segunda Seccion, segun la misma estadística a que nos hemos referido, resulta para la línea de Santiago a Talca un total de 488.683 \$, que podemos redondear en 500.000 \$ para nuestros cálculos futuros.

Es de notar que la suma anterior de 500.000 \$ se refiere únicamente a *reparacion* del equipo de traccion, sin incluir lo que corresponde a *renovacion* del mismo equipo, circunstancia que deberá tenerse en cuenta al establecer la comparacion entre esta partida de los gastos de explotacion de la traccion a vapor i la correspondiente de la traccion eléctrica.

d).—*Resultados finales.*—Resumiendo lo dicho en las páginas que preceden acerca de la explotacion de la línea de Santiago a Talca, podemos formar el cuadro que sigue.

LÍNEA DE SANTIAGO A TALCA

CUENTAS	Parciales	Totales	OBSERVACIONES
<i>Entradas</i>	\$ 5.492.000,00	\$ 5.492.000,00	No varia con la traccion eléctrica
<i>Gastos:</i>			
Administracion.....	664.000,00		No varia con la traccion eléctrica
Traccion.....	1.350.000,00		
Tráfico.....	734.000,00		No varia con la traccion eléctrica
Servicio de estaciones.....	470.000,00		No varia con la traccion eléctrica
Conservacion de la via.....	460.000,00		
Mantenimiento del material de traccion.....	500.000,00		
Mantenimiento del material de transporte.....	433.000,00	4 611.000,00	No varia con la traccion eléctrica

El cuadro que antecede ha sido obtenido tomando como base los resultados de la Segunda Seccion en el año 1903 i reduciendo todas las partidas en la proporcion ántes indicada de 0,75, salvo la de conservacion de la via que ha sido reducida en razon del

kilometraje comparado de la línea de Santiago a Talca i de toda la Sección. Por lo demás, la exactitud de todas las partidas que no varían con el cambio de sistema de tracción no tiene importancia alguna para la comparación que pretendemos establecer, ya que ellas se reproducirán con estos mismos valores al fijar las entradas i gastos probables del sistema de tracción eléctrica.

3. *Costo i producido de la explotación eléctrica.*—Se ha visto en el párrafo anterior que, de los factores que intervienen en la explotación actual, los que tienen variación en la explotación eléctrica son los siguientes:

- tracción;
- conservación de la vía;
- mantenimiento del material de tracción.

Con la explotación eléctrica se agregarán los servicios que a continuación se indican:

- mantenimiento de obras hidráulicas, central jeneratriz i sub-estaciones;
 - mantenimiento de las líneas i conductores eléctricos.
- Examinaremos separadamente estos diversos factores.

a) *Tracción.*—Para apreciar este gasto con la tracción eléctrica nos basaremos en la explotación actual, reduciendo en ella las partidas que sean modificadas.

El gasto de tracción asciende, según se ha visto, a \$ 1.350.000. Este gasto, designado por «Poder locomotor» en los cuadros de la explotación, comprende las partidas siguientes, cuyas proporciones han sido deducidas de las estadísticas:

personal de locomotoras	20,0 %
combustible, a \$ 16 la tonelada	75,3 »
lubrificantes	4,7 »

El personal de locomotoras es reducido considerablemente con el nuevo sistema, por cuanto el maquinista i el fogonero son reemplazados por un wattmen; como, por otra parte, el servicio es muy descansado i fácil, el kilometraje diario puede ser llevado casi al doble del que se obtiene con la tracción a vapor. Por esta razón, el gasto de personal de wattmen puede estimarse a lo más en 0,50 del de maquinistas i fogoneros i, por consiguiente, en el caso que estudiamos, puede alcanzar a la cifra de \$ 135.000.

La partida de combustible se suprime íntegramente.

La partida de lubricantes se encuentra también reducida por el menor número de órganos móviles de las locomotoras i por la supresión de los órganos alternativos, así como del carboncillo que reduce notablemente el efecto útil de los lubricantes. En vista de estas circunstancias, se estima en un 0,20 la reducción que se efectúa, siendo en este caso el gasto de \$ $1.350.000 \times 0,047 \times 0,80 = 50.760$

Según esto, el gasto total de tracción eléctrica alcanza al valor siguiente:

personal	\$ 135.000
lubrificantes	50.760
total	\$ 185.760

o sea, en cifras redondas 186,000

b) Conservacion de la via. — Las locomotoras eléctricas no poseen, como se ha dicho, ningun órgano de movimiento alternativo i por consiguiente su rodadura no produce los movimientos de lacet, de galope i de vaiven que poseen las locomotoras de vapor. Esto influye considerablemente en la conservacion de la via i obras de arte i los gastos orijina- dos por tal causa pueden reducirse, como se ha deducido de explotaciones de este tipo, en no ménos de 0,15.

De modo que este factor producirá una economía anual en la seccion estu- diada, sobre un gasto actual de \$ 460.000, de... \$ 69.000

c) Mantenimiento del material de traccion. — El gasto orijinado por este ítem, segun datos de explotaciones de ferrocarriles eléctricos europeos, se estima en 0,07 fran- cos por tren kilómetro.

Estimando para esta clase de trabajos, que exigen obreros mas esmerados que para los servicios corrientes, equivalente un peso de 16d con un franco, i tomando como base un tráfico de 2.757 025 trenes kilómetros, el costo de mantenimiento alcanzará a \$ 192.991, o sea a \$ 193.000.

El gasto actual asciende a \$ 500.000, es decir, a \$ 0,181 por tren kilómetro, de acuer- do precisamente con el criterio adoptado, pues en Europa se avalúa este gasto en 0,175 francos por tren kilómetro.

la economía realizada, pues, por este factor puede estimarse

en (500.000 - 193.000 \$ 307.000.

d) Servicio i mantenimiento de las obras hidráulicas, de la central i de las sub-estaciones. — El mantenimiento de las obras hidráulicas puede quedar asegurado con ex- césos, dada la corta estension de canal i el modo de captacion, por un gasto de \$ 20.000 anuales.

Los gastos de la central se subdividen como sigue:

personal,

lubrificantes i mantenimiento de máquinas,

gastos jenerales diversos.

Aplicando la misma relacion monetaria ya aceptada i partiendo de los valores que se han obtenido para centrales análogas en Europa, se llega para una central de 6,000 kws a los resultados siguientes:

personal.....	\$ 65.000
lubrificantes i mantenimiento de máquinas.....	70.000
gastos jenerales diversos.....	50.000
total	\$ 185.000

El costo de mantenimiento de las sub-estaciones de trasformadores fijos se estima en \$ 5.000 para cada una, siendo éste un máximo.

Resumiendo lo espuesto en esta partida, se obtiene:

servicio i mantenimiento de obras hidráulicas.....	\$ 20.000
» » de la central.....	185.000
» » de las sub-estaciones...	25.000
total.....	\$ 230.000

e) *Mantenimiento de las líneas eléctricas.*—Este costo es avaluado a razon de 100 francos por kilómetro de línea i por año; adoptando el mismo equivalente de moneda i siendo el desarrollo de líneas de 270 km. próximamente, comprendidas las líneas de servicio i trasmisiones, se tendrá..... $100 \times 270 = \$ 27.000$

f) *Resúmen.*—Efectuando la recapitulacion de los gastos de explotacion i aceptando como invariables en la nueva explotacion los gastos de administracion, del tráfico, del servicio de estaciones i del mantenimiento del material de trasporte, se obtiene:

administracion.....	\$ 664.000
traccion.....	186.000
tráfico.....	734.000
estaciones.....	470.000
conservacion de la via.....	391.000
mantenimiento del material de traccion.....	193.000
mantenimiento del material de trasporte.....	433.000
mantenimiento de las obras hidráulicas, central i sub-estaciones	230.000
mantenimiento de las líneas eléctricas.....	27.000
costo de la explotacion eléctrica.....	\$ 3.328.000

En cuanto al producido de la nueva explotacion, admitiremos que resulte el mismo actual aun cuando debe necesariamente mejorar por el aumento de tráfico a que dará orijen, como ha sucedido en todas las partes en que se ha implantado.

4. *Conclusiones.*—En posesion de los datos aproximados relativos a las dos explotaciones por comparar, réstanos solamente hacer algunas observaciones sobre la renovacion del material rodante.

En realidad, el nuevo material de traccion vendrá a reemplazar el antiguo a vapor en condiciones tales que éste no quede inutilizado, lo que es sencillo dado el carácter de la línea i la forma de realizacion del proyecto, por secciones, permitiéndose así el envío del material antiguo a las secciones que quedan explotadas a vapor.

Por esta consideracion i para ponernos en igualdad de condiciones, aun cuando es ilógico el no considerar en una empresa la amortizacion i renovacion del equipo de traccion, no tomaremos en cuenta como capital productivo ni amortizable por ahora el costo del material de traccion que asciende a \$ 3.000.000.

En cambio, para hacer aun mas palpable el beneficioso fruto de esta transformacion,

admitiremos, como gasto de explotacion, un interes de 5% i una amortizacion de 2% del total del costo de la transformacion, descontado lo dicho, total que asciende a \$ 5.306,000.

La comparacion resulta en definitiva como sigue:

costo anual de la explotacion actual.....		\$ 4.611.000
costo anual de la explotacion eléctrica.....	\$ 3.328.000	
interes i amortizacion anuales del capital, 7%.....	371.420	
costo total de la explotacion eléctrica....		\$ 3.699.420
 economía anual en favor de la traccion eléctrica.		 \$ 911.580

A esto se puede aun agregar que, al efectuarse un trabajo de esta especie, seria esa la ocasion mas propicia para llevar a cabo reformas de gran importancia en los servicios de administracion i de explotacion que hoi dia se hacen dificiles por la alteracion que acarrearían en la marcha de una Empresa cuyo réjimen vicioso viene de tanto tiempo atras, i que producirían fuertes economías de explotacion.

Si, por fin, tomamos en cuenta muchos otros detalles, como serian el movimiento eléctrico de las maestranzas, el alumbrado eléctrico de los coches i estaciones, la supresion de los depósitos de agua, el manejo eléctrico de las grúas u otros aparatos de servicio de estaciones, todo lo cual traería economías considerables de combustible, de petróleo i otros materiales, así como la obtencion de mejores servicios nocturnos i disminucion de accidentes, se puede asegurar que la aplicacion de la traccion eléctrica a la línea central de la Segunda Seccion de los Ferrocarriles del Estado significaría a éste una economía de mas de \$ 1.000.000 anuales, obteniendo aun buen interes del capital invertido en las nuevas obras.

Para dar término a este trabajo, haremos presente una vez mas la importancia científica de la realizacion de tal empresa i el prestigio notable que ella significaría al pais ante el mundo civilizado colocándolo con justo título en el primer rango de las naciones progresistas.

APÉNDICE

Creemos interesante reproducir a continuacion algunos de los decretos supremos

los informes del Consultor técnico del Ministerio de Industria i Obras Públicas que con el presente estudio se relacionan.

Seccion 3.^a—Núm. 1.168.

Santiago, 3 de Junio de 1903.

Considerando:

1.º Que la explotacion de los ferrocarriles impone al Estado crecidos desembolsos debidos principalmente al gran consumo de carbon que exige el sistema de traccion a vapor actualmente en uso;

2.º Que es posible sustituir la traccion a vapor por la traccion eléctrica, siempre que se pueda disponer en buenas condiciones de la fuerza motriz hidráulica en cantidad suficiente;

3.º Que se encuentran diseminadas, a lo largo de la red de ferrocarriles, corrientes de agua que pueden suministrar con facilidad esa fuerza motriz;

4.º Que la parte de la línea comprendida entre Santiago i Talca, i que forma la Segunda Seccion de los Ferrocarriles del Estado, se encuentra en condiciones especialmente favorables para llevar a cabo la sustitucion de la traccion a vapor por la traccion eléctrica;

5.º Que seria de gran beneficio encontrar un sistema de traccion eléctrica que permitiera abaratar el servicio de remolque de trenes entre Llaillai i las Chilcas;

Decreto:

1.º Nómbrase una comision compuesta de los ingenieros, señores don Alberto Lira O., don Francisco Huneeus G., don Horacio Valdes O., i don Raúl Claro Solar, a fin de que estudie e informe al Ministerio de Industria i Obras Públicas sobre la aplicacion de la traccion eléctrica en la Segunda Seccion de los Ferrocarriles del Estado i sobre la forma en que pueda establecerse el servicio de remolcadoras eléctricas entre Llaillai i las Chilcas. Esta comision será presidida por el Ministro de Industria i Obras Públicas;

2.º Los estudios i el informe de la Comision abarcarán los siguientes puntos: a) Proyecto de sustitucion de la traccion a vapor por traccion eléctrica en la Segunda Seccion de los Ferrocarriles del Estado, con indicacion del presupuesto total de costo. En dicho proyecto se consultarán con todos sus detalles las instalaciones de las estaciones de fuerza hidráulica, el sistema de traccion eléctrica adoptado, los servicios de transmision de la fuerza, el equipo de traccion necesario i las mejoras que seria preciso efectuar en el material rodante; b) Costo i producido de la explotacion actual de la Segunda Seccion de los Ferrocarriles del Estado; c) Costo de la explotacion con traccion eléctrica de la misma Seccion; d) Plan de trabajos para llevar a efecto la sustitucion proyectada sin entorpecer el servicio; l) Instalacion del servicio de remolcadoras eléctricas entre Llaillai i las Chilcas con indicacion de las fuentes de fuerza motriz, de los detalles del sistema de traccion propuesto i del presupuesto jeneral de la obra;

3.º No se hará ninguna concesion para emplear en usos industriales las aguas de los rios vecinos a la red de los Ferrocarriles del Estado, sin previa autorizacion del Ministerio de Industria i Obras Públicas;

4.º La espresada Comision deberá entregar sus proyectos e informe al Ministerio de Industria i Obras Públicas en el término de diez meses.

Anótese i comuníquese.

BARROS LUCO

Francisco Rivas Vicuña

Seccion 3.ª. Núm. 2094.

Santiago, 16 de Setiembre de 1903

Visto lo dispuesto en el decreto núm. 1.168, de 3 de Junio último, que nombra una Comision para estudiar la aplicacion de la traccion eléctrica a la Segunda Seccion de los Ferrocarriles del Estado, i

Teniendo presente:

Que las circunstancias porque atraviesa el erario público aconsejan hacer toda clase de economías, no efectuando sino aquellos gastos que revistan caracteres de urgencia, i

Que el estudio de la aplicacion de la traccion eléctrica a los Ferrocarriles del Estado, si bien de mucha importancia, no tiene por ahora este carácter pues dicha medida no podrá implantarse sino dentro de algunos años, siempre que lo permitan los recursos de la Nacion,

Decreto:

Se declaran terminadas las funciones de la comision conferida a los señores don Alberto Lira Orrego, don Francisco Huneeus G., don Horacio Valdes O. i don Raúl Claro Solar, para estudiar e informar al Ministerio de Industria i Obras Públicas sobre la aplicacion de la traccion eléctrica en la Segunda Seccion de los Ferrocarriles del Estado i sobre la forma en que puede establecerse el servicio de remolcadoras eléctricas entre Llai-Llai i las Chilcas.

Anótese i comuníquese.

RIESCO

Maximiliano Espinosa Pica

Santiago 18 de Diciembre de 1903

Señor Ministro:

Tengo el honor de contestar la providencia de V. S. número 3.256, 3.^a Seccion, de 11 de Noviembre último, acerca de la importancia de los trabajos efectuados por la Comision nombrada por decreto número 1.168, de 3 de Junio de 1903, para estudiar la aplicacion de la traccion eléctrica en la Segunda Seccion de los Ferrocarriles del Estado.

En conformidad a las instrucciones de V. S. oí a los miembros de dicha Comision, cuyo cometido fué interrumpido por el oficio de V. S. de fecha 16 de Octubre próximo pasado.

1. Bases del estudio.—No creo que tengo que entrar en el detalle de los temas estudiados por la Comision i que bastará hacer un exámen de sus trabajos a grandes rasgos.

Para fijar las bases jenerales de su estudio, la Comision ha tropezado con dificultades para determinar las condiciones del servicio de la traccion de los ferrocarriles aludidos, de trabajo de las locomotoras, dotacion i velocidad de ciertos trenes, etc.

Llegó a adoptarse un tonelaje de 200 toneladas para los trenes, sin máquinas, aumentado así el peso medio de los convoyes de la red. Sin embargo, este tonelaje es demasiado reducido pues se trata de líneas de via única, ya recargadas actualmente con su movimiento de trenes, el cual dificultase cada año precisamente por motivo del poco peso de los convoyes.

Asimismo, las velocidades de 80, 60 i 40 kilómetros por hora, respectivamente, para los trenes espresos de pasajeros, ordinarios i de carga, son inevitables, miéntras no se duplique la via en los trechos de fuerte tráfico.

La desaparicion de las dificultades i en definitiva el progreso de la explotacion de los Ferrocarriles del Estado, depende, como lo hice presente en varios informes, del aumento de tonelaje de los trenes de carga, i la solucion del problema se encontrará en la adopción de locomotoras con ménos peso muerto i mas poder adherente i de carros de mejor rendimiento.

Sin embargo, la solucion seria mas completa con la aplicacion de la traccion eléctrica que permite el remolque con máquinas de mas ejes motores sin el grave inconveniente de la rijidez del mecanismo i las resistencias pasivas que orijina.

Respecto de las mismas bases del trabajo de la comision creo tambien del caso señalar que en las normas de las líneas de gran comunicacion de los ferrocarriles, deberian escluirse gradientes superiores a 0,01 i considerarse la de 0,015 adoptada como escepcional: en consecuencia podria consultarse un servicio especial de remolque en el trecho correspondiente o bien suprimirlo por una variante del trazado.

2. Produccion de fuerza motriz.—La eleccion del rio Cachapoal hecha por la comision para recojer la fuerza motriz del agua parece acertada pues tiene un caudal mínimo mas o ménos determinado.

Tambien la ubicacion del tranque para la provision de agua i la situacion de las

instalaciones de las turbinas a 2,5 kilómetros mas abajo para obtener la caída requerida en la canalización forzada, se encuentran justificadas.

Lo dicho es suponiendo que se trata solo de la Segunda Sección.

3. *Instalaciones eléctricas.* — La parte del trabajo de la Comisión que se relaciona con la electricidad da idea suficiente sobre las características del problema por solucionar.

Examina la intensidad de la energía eléctrica necesaria; elige la corriente alternativa monofásica para la transmisión de las potencias de los dinamos, obteniendo así un voltaje elevado i la variabilidad de la velocidad de los motores i satisfaciendo las exigencias de un servicio de trenes de varias categorías, aun pesados i rápidos; indica la repartición de las cinco sub-estaciones de transformación; estudia el peso de las locomotoras, las líneas jenerales de alimentación i las de servicio con su tensión i la repartición de las potencias en los motores de las locomotoras, etc.

4. *Conclusiones.* — El programa adoptado i bosquejado en el informe de la Comisión tendrá que sufrir modificaciones en las bases, como se ha espresado mas arriba, pero queda trazado en sus rasgos principales i los múltiples problemas que orijinará la transformación del servicio de tracción a vapor por instalaciones eléctricas estan planteados i aun sus dificultades fundamentales resueltas.

En mérito de lo espuesto creo que conviene que la Comisión complete su trabajo, incluyendo los ramales de la Segunda Sección i si, fuese posible, estudie la aplicación de la tracción eléctrica en el Tabón entre Llai-Llai i Tilttil, en donde parece que daría resultados que permitirían palpar todas las particularidades i consecuencias de este nuevo servicio.

Saluda a V. S.

O. HUET.

Al señor Ministro de Industria i Obras Públicas.

Santiago, 3 de Agosto de 1904.

Señor Ministro:

El decreto núm. 1.337, sección 3.^a, de 24 de Junio de 1904, relativo a la aplicación de la tracción eléctrica en los ferrocarriles del Estado, dispone en su último párrafo que la impresión del informe evacuado por la Comisión nombrada por decreto núm. 1.168, sección 3.^a, de 3 de Junio de 1903, debe hacerse en conformidad al programa que al respecto fije el Consultor Técnico del Ministerio.

Habiéndoseme trascrito el primer decreto referido, por providencia de US., cumpla con la última disposicion aludida informando sobre el particular.

I

Por mi nota núm. 41, de Diciembre 20 de 1903, ya examiné el importante trabajo de la Comision que ha estudiado el problema de la traccion eléctrica en las líneas férreas del Estado, i en esta ocasion di a conocer las observaciones que merecian las bases jenerales del estudio de los ingenieros informantes i cuyas dos principales son las siguientes:

1.º La gradiente máxima de 0,016 por metro tomada como norma para determinar la potencia de las locomotoras eléctricas con velocidad normal es escepcional en los ferrocarriles del Estado i la gradiente de 0,010 aparece mas justificada;

2.º El peso máximo de los trenes, fijado en 200 toneladas, es reducido.

No reproduciré las consideraciones, aunque breves, que espuse al respecto en la nota aludida, limitándome a repetir que el aumento del tonelaje i rendimiento de los trenes es una cuestion primordial para la vitalidad de los ferrocarriles del Estado.

II

Pero estas observaciones no significan que el estudio de la Comision deba revisarse bajo estas nuevas bases. Seria un trabajo considerable i ademas sin objeto inmediato, i aun creo que es mui útil que el problema se haya planteado en las condiciones del servicio actual de la Empresa.

La comparacion que así puede hacerse es mas clara i mas patente i los estudios de la Comision manifiestan ilustracion i sagacidad i deben publicarse con sus bases i segun el testo presentado al Gobierno.

III

Creo oportuno agregar algunas palabras sobre el aspecto jeneral del asunto.

El capital necesario para la implantacion del sistema de traccion eléctrica en toda la red central puede estimarse en una cifra superior a treinta millones de pesos, dejando sin amortizacion los motores existentes.

Esta suma manifiesta que para entrar a la ejecucion es indispensable formar proyectos completos i definitivos del negocio para disponer de los antecedentes requeridos i tomar una decision con conocimiento cabal, siguiendo con acierto hácia su realizacion.

Es este un problema de alcance considerable para el porvenir del pais i que, a la par de algunos otros que se han planteado últimamente, exige la reunion de todos los elementos de estudio i de ejecucion del caso. Son tan importantes las ventajas de la traccion eléctrica comparada con la traccion a vapor que conviene adelantar desde luego su estudio prolijo.

Por lo demas, parece útil enumerar aquí algunas de aquellas ventajas:

La via sufre ménos con las locomotoras eléctricas, que no tienen la rijidez de los ejes acoplados ni los movimientos perjudiciales del sistema actual;

El rendimiento de los motores eléctricos es mui subido, pudiendo fijarse en los alrededores de 0,90, aun con variaciones considerables de carga i velocidad;

El arranque de los trenes es mas acelerado, su velocidad comercial puede aumentarse, i aun sostenerse en las gradientes pronunciadas;

La potencia de las locomotoras no está limitada por el uso de calderas;

El tonelaje de los trenes de toda categoría es susceptible de elevarse en mucho;

Por fin, los gastos de explotacion, conservacion i consumo son menores.

Todas éstas son características que permiten dar facilidades al público para las exigencias de los trasportes de toda clase, desarrollar el tráfico i por lo mismo asegurar al capital por invertir una amortizacion i un interes convenientes.

La adopción de la tracción eléctrica en los ferrocarriles del Estado, cuyas locomotoras i material de transporte tienen un rendimiento mui inferior, haria pasar sus servicios de la difícil situación actual a un estado de progreso magnífico, como medios de transporte i resultados de explotación.

Por eso, el informe de la Comision es una contribucion valiosa al estudio de la cuestion i su publicacion debe hacerse tal como se presentó.

Saluda a V. S.

O. HUET

Al señor Ministro de Industria i Obras Públicas.

