Política Eléctrica Chilena

En la tribuna de nuestro Instituto, se han debatido, invariablemente en un ambiente sereno y de estudio, todos aquellos problemas de interés nacional en los cuales nuestra profesión, podía aportar sus conocimientos y experiencia, como colaboración a la más acertada solución de dichos problemas.

Cuantas veces el Instituto de Ingenieros de Chile ha hecho oír su palabra, esta ha sido muy tomada en cuenta por los poderes públicos y por la opinión en general. Esta hermosa y ya larga tradición, que honra a nuestro gremio profesional, le impone, al mismo tiempo, graves responsabilidades, le señala el deber de encarar los problemas, en forma siempre levantada y con profundo estudio y meditación de ellos.

El problema eléctrico, en nuestro país, había quedado al margen de las preocupaciones del Instituto. Esta omisión podría atribuirse, quizás, en pasados tiempos, a que dicha materia no tenía la trascendencia, ni los caracteres de gravedad que actualmente reviste. Ahora, dicho problema constituye un punto fundamental en el desarrollo de nuestro país, y debe ser estudiado sin pérdidas de tiempo, con el aporte de todos los entusiasmos, opiniones y colaboraciones que propendan a su mejor solución.

Por estas razones, el Directorio del Instituto de Ingenieros de Chile, ha acogido con todo entusiasmo la iniciativa de un grupo de colegas ingenieros, miembros del Instituto, en el sentido de llevar a la tribuna de nuestro hogar profesional, el problema de una «Política Eléctrica Chilena», con el objeto de dilucidar dicha materia, con todas las colaboraciones que se ofrezcan más adelante, en la forma más completa que sea posible.

El Directorio ha auspiciado así, un ciclo de siete conferencias, a cargo de los autores, ciclo que constituye un todo armónico, y que, en forma sistemática, irá planteando los diversos aspectos del problema, para terminar con sugerencias de ideas concretas para su debida solución. Las conferencias mencionadas han sido iniciadas, en el salón de nuestro Instituto, el 4 del presente mes de diciembre, en el carácter de exposiciones suscintas de un folleto más extenso y documentado, que los autores han preparado. La publicación de este folleto se inicia a continuación.

A pedido expreso de los autores, el Directorio del Instituto de Ingenieros de Chile ruega, a los colegas el detenido estudio de las materias en cuestión y el aporte de sus opiniones e ideas, como colaboración a la más acertada solución del problema, y que mejor sirva a los altos intereses nacionales.

EL DIRECTORIO DEL INSTITUTO DE INGENIEROS DE CHILE

Entregamos a la consideración de nuestros colegas ingenieros, y a las personas que de un modo directo o indirecto tengan intervención en las cuestiones eléctricas, el presente trabajo, fruto de nuestros estudios y práctica profesional en el ramo.

Deseamos contribuir con esta obra, y a la medida de nuestras fuerzas, a que se promueva en nuestro país, el estudio sereno y definitivo sobre el particular, y a que se emprenda decididamente la solución del problema de una «Política Eléctrica Chilena», que mejor sirva los intereses generales del país, que lo saque del estagnamiento y del atraso en que, en esta materia se encuentra, y que propenda a un sano desarrollo nacional, mediante el fuerte estímulo de un lógico aprovechamiento de sus recursos naturales.

LOS AUTORES.

Política Eléctrica Chilena

AUTORES:

REINALDO HARNECKER, Ingeniero Civil.—Profesor de Electrotecnia y Profesor de Valuación, Tarificación y Reglamentación de Empresas Eléctricas, de la Universidad de Chile.

FERNANDO PALMA ROGERS, Ingeniero Civil.—Profesor de Centrales y Líneas de Transmisión y distribución de la Universidad de Chile.

JOSÉ LUIS CLARO MONTES, Ingeniero Civil.—Ex Profesor de Centrales y Líneas de Transmisión y distribución de la Universidad de Chile.

HERNÁN EDWARDS SUTIL, Ingeniero Civil.—Profesor de Comunicaciones eléctricas, de la Universidad de Chile.

VICENTE MONGE MIRA, Ingeniero Civil.—Profesor de Tracción eléctrica, de la Universidad de Chile y Profesor de Electrotecnia de la Escuela de Artes y Oficios.

DARÍO SÁNCHEZ VICKERS, Ingeniero Civil.—Consultor. Ex Profesor de Electrotecnia de la Escuela de Artes y Oficios. Ex Consultor en asuntos eléctricos de la I. Municipalidad de Valparaíso.

DOMINGO SANTA MARÍA, Ingeniero Electricista.—Ex Ministro de Estado en la cartera de Fomento

PRIMERA PARTE

ESTUDIOS GENERALES

INTRODUCCIÓN

1. Importancia actual del abastecimiento de energía eléctrica e influencia sobre el desarrollo de los países, especialmente en un país de desenvolvimiento incipiente como Chile

Constituye hoy día un axioma indiscutido el hecho que, fuera de las necesidades fundamentales de alimentación, vestuario y habitación, nada está tan intensamente ligado al progreso y bienestar humano, en sus aspectos técnico, económico y social, como la energía eléctrica en sus múltiples aplicaciones (1).

Desde el punto técnico, constituye en la actualidad uno de los campos más im-

---

(1) Profesor Anhaia Mello-Brazil.—Tarifas de energía eléctrica. Aulio Clemente Ferreira. San Pablo 1935, pág. 2.

portantes de la ingeniería moderna y día a día nuevos trabajos científicos y prácticos, inventos y perfeccionamientos, enriquecen este campo extendiéndolo hacia horizontes insospechados.

En su aspecto económico, la energía eléctrica constituye una de las materias primas más fundamentales y necesarias para la industria extractiva y manufacturera, para la agricultura y el comercio, y como tal, no debe ser considerado como un objetivo de comercio o lucro, sino como un artículo de primera necesidad (1).

Especialmente desde el punto de vista social, está perfectamente definido, en todos los países civilizados, su característica de servicio de extrema necesidad pública, y como tal debe ser explotado directamente por el Estado, o por particulares sometidos a una estricta reglamentación y fiscalización (2).

No hay que olvidar que la industria eléctrica, debido a las fuertes e incesantes capitalizaciones que requiere, para atender debidamente las demandas de energía siempre crecientes, solo puede vivir económicamente en regímenes de monopolio, tal como los ferrocarriles, hecho que la distingue de aquellas industrias, también de primera necesidad, que dicen relación con la alimentación, el vestuario y la habitación, que están sujetas al factor regulador de la libre concurrencia.

Bien conocidas son también las opiniones de reputados estadistas extranjeros, en el sentido que: «el dominio de la energía eléctrica da el dominio económico del país», y también: «La energía eléctrica es el elemento fundamental de las posibilidades económicas del país» (3).

En un país de desenvolvimiento incipiente, como el nuestro, cuyo desarrollo debería ser estimulado y debidamente encauzado hacia horizontes industriales, tanto extractivos como manufactureros, como asimismo hacia la industrialización de nuestra agricultura y el incremento de las superficies regadas, abarcando aún zonas de regadío mecánico; más aun, en un país de bajo standard medio de vida, adquiere el problema de la energía eléctrica caracteres más agudos, y más que en parte alguna, se hace necesario que el Estado aborde decididamente una política de desarrollo de nuestras fuentes generadoras de energía eléctrica, que son cuantiosas y de fácil aprovechamiento, y de sus transmisiones y distribuciones primarias hasta los puntos vitales del territorio, cuya posibilidad y repercusiones en el progreso nacional estudiaremos en detalle más adelante.

---

(1) Die Deutsche Elektrizitats Versorgung-Vorstand des Deutschen Metallarbeiter Verbandes. pág. 270.

(2) Profesor Anhaia Mello-Brazil.—Tarifas de energía eléctrica.—Aulio Clemente Ferreira.—San Pablo 1935, pág. 2.

(3) Mussolini.

CAPITULO I

BASES TÉCNICAS Y ECONÓMICAS DEL PROBLEMA ELÉCTRICO

1. Estadísticas de los consumos comparados de diferentes países y la situación actual de Chile.—2. Necesidad de Catalogar nuestras posibilidades de generación de energía hidro y termo-eléctrica con sus respectivos radios de influencia económica y las actividades que podrían desarrollarse al disponer de energía a bajo costo.—3. Influencia del interés del capital sobre los costos de producción.—4. Influencia de la reducción de los precios de venta sobre el fomento de los consumos.—5. Influencia del aumento de los consumos sobre los costos de producción.—6. Influencia combinada de los factores anteriores en el manejo económico de la industria eléctrica y resultados generales previsibles.—7. Necesidad que la oferta preceda a la demanda de energía eléctrica.—8. Círculo vicioso actual de precios altos que restringen los consumos y restricción de los consumos que elevan los costos de producción.—Funestas consecuencias de este círculo vicioso y forma de romperlo.—9. El crecimiento probable de los consumos y las nuevas instalaciones necesarias para atenderlo.—10. Necesidad de aumentos continuos de capital invertido en la industria eléctrica.—11. Situación actual de nuestras empresas de servicio público.—Peligros de la estagnación actual.—Desnacionalización de nuestras empresas eléctricas.

1.—Estadísticas de los consumos comparados de diferentes países y la situación actual de Chile.

En el año 1927-1928, período en el cual la influencia de la crisis mundial no se había hecho aún sentir, la situación comparativa de algunos países con el nuestro, en lo que se refiere a los consumos de energía eléctrica por habitante al año y a la densidad de población, era como sigue.

CUADRO I

CONSUMOS COMPARATIVOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR HABITANTE AL AÑO

PAÍS	*KW. Horas consumidos por habitante al año*		*Densidad media de población habitantes por kilómetro cuadrado*
	En total	*Destinados al servicio público*	
Noruega	3 560 (1)	1 600	8.5 (6)
Canadá	2 124 (1)	.....	1.— (6) (7)
Suiza	1 043 (1)	700 (5)	94.9 (6) (7)
Estados Unidos N. A.	1 025 (1)	563 (3)	15.2 (3)
Suecia	815 (1)	.....	13.5 (6)
Alemania	535 (1)	490 (5)	134.1 (6)
Francia	378 (1)	.....	72.4 (6)
Italia	.....	200 (1)	130.8 (6)
Argentina	.....	125 (1)	3.5 Censo 1927
Chile	240 (2)	50 (8) (4)	5.8 Censo 1930

(1) Carlos Wauters.—«Contribución al estudio del Régimen legal de los Servicios de Electricidad en la Argentina. Anales de la Soc. científica argentina, tomo 116, año 1933.

(2) Dirección General de los Servicios Eléctricos. 3ra. Memoria 1928.

(3) Electrical World 30/3/1935.

(4) Los FF. CC. del E. electrificados contribuyeron a esta cifra con alrededor de 8,5 K. W. H. por habitante al año.

(5) Estimado.

(6) De «Geografía Universal—Instituto Gallach—Barcelona, 1931.

(7) Para el cálculo de la densidad se ha descontado de la superficie total de 10 380 923 Km² las tierras heladas del Océano Glacial y del Labrador.

(8) De datos oficiales de la Dirección General de los S. E., término medio de años 1927 y 1928 con 18% de pérdidas respecto a la energía total generada en las plantas eléctricas.

Si la cifra de 240 K. W. H. anuales por habitante nos hace abrigar ilusiones de una comparación menos desfavorable, bien pronto esta ilusión desaparece al analizar la composición de dicha cifra. En efecto, solo las tres empresas cupríferas extranjeras de Chuquicamata, Potrerillos y Teniente, junto con la planta salitrera de María Elena, contribuyeron a la cifra citada con alrededor de 160 a 170 K. W. H. por habitante al año, en el mismo período 1927-1928 (1). Además en la bajísima cifra de 50 K. W. H. por habitante al año, se encuentra incluído el consumo medio, de los años 1927-1928, de los FF. CC. del E. electrificados de la primera zona, con 8.5 K. W. H. por habitante al año. Queda pues en evidencia, en forma bien clara, nuestra situación de inferioridad tan manifiesta como injustificada.

En nuestro país, desde 1929 adelante, bien poco o nada ha mejorado la depri-

(1) Dirección General de Servicios Eléctricos. 3.ª Memoria 1928.

mente situación en que nos encontramos, en efecto, damos a continuación los consumos por habitante al año, la potencia total instalada en plantas generadoras, la potencia instalada en generadores por habitante, todo ello para las empresas de servicio público. Se indica además la población total del país para los años 1926 a 1934.

CUADRO II

DATOS GENERALES DEL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA DE SERVICIO PÚBLICO EN CHILE

Año	*KWH. consumidos por habitante al año (3)*	*KWatts. instalados en generadores (1)*	*Watts. en generadores por habitante*		*Población total en millones (2)*
			Chile (1)	*EE. UU(4)*	
1926.....	43,4	101,809	25	....	4,065
1927.....	47,8	103,062	25	217	4,120
1928.....	50,6	103,908	24,8	233	4,176
1929.....	56,0	143,741	34	246	4,232
1930.....	60,0	148,587	34,7	262	4,287
1931.....	56,8	150,303	34,7	273	4,399
1932.....	54,6	153,260	34,8	276 (5)	4,399
1933.....	59,0	154,435	34,7	274	4,454
1934.....	67,0	154,585	34,3	270	4,510

(1) De datos de la Dirección General de S. E., 1935.

(2) Del censo oficial de la República de 1930.

(3) De datos de la Dirección General de S. E., 1935, con 18% de pérdidas respecto a la energía total generada en plantas.

(4) Electrical World 30 marzo 1935. Sólo empresas de servicio público.

(5) Comienza acción del Gobierno Federal en construcción de plantas generadoras propias con una potencia total de 2 820 000 K. W. que agregarán unos 23 watts por habitante una vez terminadas.

Vivo contraste con nuestra inacción presentan otros países, en los que, a pesar de sus consumos unitarios medios relativamente tan altos, pero muy lejos aún de los puntos de saturación o máximos que ni aún hoy día se pueden divisar, vemos a sus gobiernos empeñados en decididas y tenaces campañas de desarrollo y utilización de sus reservas de abastecimiento de energía eléctrica, como se expondrá en detalle más adelante.

Según datos de «The Electric Review» del 8 de abril de 1932 los crecimientos de los consumos, en por cientos acumulativos anuales eran como sigue:

CUADRO III

CRECIMIENTO DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN OTROS PAÍSES Y EN CHILE

Países	*Crecimiento consumos en porciento acumulativo anual*	
Checo-Eslovaquia	19,1 %	
Rusia	16,8 »	
Japón	15,9 »	
Noruega	14,1 »	
Alemania	13,6 »	
Canadá	12,0 »	
Francia	11,5 »	
Suecia	10,7 »	
Inglaterra	10,2 «	... (1)
Italia	9,5 »	
Estados Unidos de N. A.	8,2 »	
Suiza	8,0 »	
CHILE	5,7 »	... (2)

Así como del Cuadro I aparece claramente nuestra situación de inferioridad tan marcada, de los Cuadros II y III queda de manifiesto el gravísimo hecho de nuestro estagnamiento o asfixia en el progreso. Nuestro país, posee recursos hidro y termo-eléctricos considerables y de muy económico desarrollo, situación privilegiada sólo comparable a la de Noruega, con las ventajas sobre esta de mayores recursos de energía hidro-eléctrica, de la existencia de recursos de energía termo-eléctrica, mejor clima, mayores recursos y variedad de materias primas, grandes extensiones de suelos susceptibles de ser regados por elevación mecánica, y finalmente una densidad de población no muy diversa de la de aquel país. Sin embargo, Chile revela no sólo una situación de increíble atraso, sino, lo que es más grave, una situación de estagnamiento, que está asfixiando el progreso industrial sano, asfixia que se irá haciendo más y más acentuada en sus consecuencias técnicas, económicas y sociales, a medida que trascurra el tiempo en la inacción.

---

(1) Según el «Weir Report», 1926, Sect. 14.—Libro «Englische Electrizitats Wirtschaft de Dr Gunther Brandt—Ed. Julius Springer—Berlín 1928, los consumos de energía eléctrica en Inglaterra y Escocia se constataron hasta 1924-1925 y se previeron incrementos subsiguientes como sigue:

1920/21 a 1924/25	11,5% aumento acum. anual
1925/26 a 1933/34	16,9% aumento acum. anual
1935/36 a 1940/41	20,4% aumento acum. anual

En 1926/27 empezó a hacerse sentir la influencia de la acción estatal por medio del «Central Electricity Board».

(2) De datos de la Dirección General de S. E., 1935. Calculado para los años 1927 a 1931. La comparación de esta cifra con las anteriores debe tomarse con reservas debido a la no indicación del período de años para los cuales han sido tomados los porcentajes de otros países. Si para nuestro país tomáramos el período 1926 a 1934, del «Weir Report», el incremento sería del 6,9%.

No se diga, para paliar esta deprimente y grave situación, que nuestro mercado de consumos no responde a los esfuerzos que se hagan para estimularlos. Nuestro bajísimo consumo unitario medio del Cuadro I está demostrando lo contrario, haciendo ver el enorme camino por recorrer. Además, cuando se ha hecho algún esfuerzo en desarrollar los consumos, ofreciendo la energía eléctrica a precios menos onerosos, el mercado de consumos ha respondido ampliamente. Así, en el lapso de 5 años comprendido entre 1922 a 1927, los consumos de luz, fuerza motriz y tranvías, en la zona servida por la Cía. Chilena de Electricidad Ltda. del centro del país, tuvieron un incremento del 400%, lo que representa el 33% de crecimiento medio acumulativo anual. Este incremento alcanzó su máximo el año 1924-1925 con un 94% de incremento en dicho año (1). En dicho período se pudo conseguir estos resultados debido a la puesta en servicio de la nueva planta generadora de Maitenes y a la entrega al servicio de las líneas de transmisión y distribución de Santiago-Valparaíso, etc.

Otro ejemplo en nuestro país, para que el primero no se haga sospechoso de haberse elegido en la zona más rica y poblada, y que revela la capacidad de reacción de nuestros consumos cuando se les ofrece energía eléctrica en más abundancia, es el período 1927 a 1930 en la ciudad de Valdivia, donde al elevar la potencia instalada en generadores de 780 K. W. a 3,380 K. Watts, los consumos se incrementaron desde 1 273 880 K. W. Horas hasta 3 724 730 K. Watts Horas, lo que representa un 43% de incremento medio acumulativo anual. Este incremento alcanzó su máximo el año 1927-1928 con un 113% de aumento en dicho año (2). Estos hechos son bien reveladores del hambre de energía eléctrica que sufre nuestro país.

2. *Necesidad de catalogar nuestras posibilidades de generación de energía hidro y termo-eléctrica con sus respectivos radios de influencia económica y las actividades que podrían desarrollarse al disponer de energía a bajo costo.*

El conocimiento general que tenemos del país, nos ha permitido esbozar más adelante un plan de desarrollo probable de 12 años. No creemos que ,aún con estudios más a fondo del problema, pueda este plan ser modificado substancialmente. Sin embargo, es preciso ir acumulando desde luego antecedentes concretos para el planeamiento ulterior, para que, una vez en marcha y avanzado el desarrollo del plan de 12 años que formularemos más adelante, exista material suficiente para estudiar con la debida anticipación y profundidad las etapas subsiguientes.

Es preciso, en consecuencia, abordar desde luego y seguir activamente los trabajos de estudios y catalogación de nuestras posibilidades de generación de energía hidro y termoeléctrica, con sus respectivos radios de influencia económica. Al mismo tiempo emprender el estudio sistemático de las actividades que podrían ser desarro-

(1) Exposición de la Comisión de Gobierno—Imprenta Nacional 1928, pág. 38. Sub-Comisión de Contabilidad—Raúl Simon y Alberto Veglia.

(2) De datos de la Dirección General de los S. E., 1935.

lladas o creadas, al disponer de energía eléctrica abundante, a bajo costo y difundida (1).

3.—*Influencia del interés del capital sobre los costos de producción*

Las tendencias modernas de agrupar la generación de la energía eléctrica cada vez en menor número de centrales de gran capacidad, eficiencia y grado de mecanización ya sean centrales hidro o termoeléctricas, como asimismo la tendencia hacia el automaticismo a semi-automaticismo de las centrales y subestaciones, han ido acentuando más y más la exigencia de fuertes inversiones crecientes de capital en la industria eléctrica, con el predominio consiguiente, cada vez más marcado, sobre el precio del K. Watt. Hora, de los costos del Capital sobre los costos variables, directos o de operación, aunque se obtiene un menor costo del K. W. instalado.

Así, en los Estados Unidos de N. A., años 1932 y 1934 (2), la generación total de energía eléctrica de las Empresas de Servicio Público, se distribuyó como sigue, en cuanto a sus medios motrices.

CUADRO IV

PROPORCIÓN DE LOS MEDIOS MOTRICES EN LA GENERACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA PARA SERVICIO PÚBLICO DE LOS EE. UU. DE N. A.

Generación en plantas hidro-eléctricas	27,3%	del total
Generación en plantas vapor-eléctricas	71,3%	» »
Generación en plantas combustión interna	1,4%	» »
Total	100,0%	

El capital total invertido en la industria eléctrica de servicio público se distribuyó como sigue (3).

CUADRO V

PROPORCIÓN DEL CAPITAL INVERTIDO EN LA INDUSTRIA ELÉCTRICA DE SERVICIO PÚBLICO EN LOS ESTADOS UNIDOS DE N. A., 1932-1934

En la Generación interconexiones y transmisiones primarias de la energía eléctrica el	61%	del total
En Subestaciones, distribuciones, Oficinas y muebles el	39%	» »
Total	100%	

(1) Desde 1933, que estamos empeñados, en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile. Laboratorio de Electrotecnia. en colaborar a tal trabajo, aprovechando los proyectos finales que los alumnos de ingeniería deben ejecutar para recibir su título. Algo se ha avanzado al respecto; pero en forma demasiado lenta y que proviene principalmente de la carencia de recursos económicos del Laboratorio, y para ayudar a los alumnos en los gastos inevitables que tales estudios representan, principalmente en los trabajos en el terreno.

(2) Electrical World 30 marzo, 1935.

(3) Electrical World, 30 marzo, 1935.

Las entradas brutas totales de explotación se distribuyeron como sigue (1).

CUADRO VI

PROPORCIÓN EN LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ENTRADAS BRUTAS DE LA EXPLOTACIÓN DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA DE SERVICIO PÚBLICO EN LOS EE. UU. N. A

A costos del capital:		
El 5,1% de retribución al capital de acciones	26,4%	
El 4,8% interés sobre deudas, bonos etc.	18,8%	45,2%
A costo de operación y mantenimiento:		
Sueldos y jornales	17,8%	
Combustibles	6,0%	
Mantenimiento	4,6%	
Varios	6,2%	34,6%
A otros:		
Depreciación (Renovaciones)	8,3%	
Impuestos	11,9%	20,2%
Total		100,0%

En nuestro país, con un mayor costo del capital, tomaremos con la mayor prudencia sólo un interés y retribución medio del 9% sobre el capital de acciones y deudas (6% de interés básico, más 2% riesgos y 1% atracción), cuando nuestra Ley de Servicios Eléctricos admite hasta un máximo del 15%. (2). Así pues, considerando también los menores sueldos y jornales usuales en el país y la mayor proporción de plantas hidro-eléctricas existentes (3) en las que predomina el costo del capital, la distribución probable de las entradas brutas totales de explotación, serían para nuestro país como sigue.

(1) Electrical World, 30 de marzo, 1935.

(2) Decreto F. L. N.° 244 de 15 mayo 1933 ley General de S. E. Art. 125.

(3) En el año 1928, según la 3.ª Memoria de la Dirección General de S. E. de dicho año, la proporción de medios motrices para las empresas eléctricas de servicio público en Chile era como sigue: 68% hidro-eléctricos y 32% termo-eléctricos. Después del plan de desarrollo de 12 años que esbozamos más adelante, esta proporción de medios motrices se mantiene aproximadamente igual.

CUADRO VII

REPARTICIÓN PROBABLE DE LAS ENTRADAS BRUTAS DE EXPLOTACIÓN DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA DE SERVICIO PÚBLICO EN CHILE

A costo del capital:		
El 9% de interés y retribución sobre acciones y deudas (1)		60%
A costo de explotación y mantenimiento:		
Sueldos, jornales, combustible, mantenimiento y varios		24%
A otros:		
Depreciación (Renovaciónes)	7,4%	
Impuestos	8,6%	16%
Total.....		100%

Si eliminamos el interés del capital invertido, solo en las obras de generación, interconexiones y transmisiones primarias de la energía eléctrica, que representan aproximadamente, según el Cuadro V, el 61% del total del capital invertido en la industria eléctrica, y dejamos dicho interés en toda su integridad para los capitales invertidos en las obras y organizaciones de la distribución de la energía eléctrica, haremos posible, por este solo capítulo, el soportar una disminución en las entradas brutas del

$$0{,}61 \times 0{,}6 = 0{,}37 \text{ o sea el } 37\%$$

en el total de la industria, con el abaratamiento consiguiente y en igual porcentaje del 37% de los precios medios de venta al público de la energía eléctrica.

Ahora, al capital invertido propiamente tal, o sea el capital físico, se le agrega la capitalización adicional corriente para compensar las pérdidas o entradas insuficientes (going value o intangibles) que se producen durante los períodos iniciales de las instalaciones, en los cuales la demanda de energía eléctrica no ha alcanzado a absorber la capacidad de las nuevas instalaciones, agregado que es de toda lógica para estimular el hecho que la oferta de energía vaya siempre adelante de la demanda, y que naturalmente sólo cabría hacerlo cuando esta circunstancia se produce. Tal agregado aumenta el capital propiamente tal en un 20 al 30%. Nuestra Ley de Servicios Eléctricos en su Art. 122 fija este agregado en el máximo del 20%. Así, al llevar a cabo las obras de generación, interconexiones y transmisiones primarias de energía eléctrica, sin exigir de los capitales invertidos en dichas obras intereses directos, se eliminaría el agregado al capital físico, eliminando así un nuevo porcentaje que carga las entradas brutas de explotación de

$$0{,}20 \times 0{,}61 \times 0{,}60 = 0{,}073 \text{ o sea alrededor del } 7\%$$

(1) Elevando el valor de 45,2% del Cuadro VI en la proporción de 9/5 y reajustando este valor y los demás a la suma igual a 100.

En resumen, la eliminación del interés del capital invertido en las obras de generación, interconexiones y transmisiones primarias de la energía eléctrica, haría posible aceptar una disminuicón inmediata en las entradas brutas del total de la industria eléctrica, y en consecuencia también de los precios medios de venta de la energía eléctrica al público, de un orden del 40 al 44%.

Veremos en los acápites que siguen la influencia que tales reducciones tienen en el fomento de los consumos, y a su vez la acción de tales fomentos como nuevos factores de reducción en los precios de costo de la energía eléctrica.

4. -*Influencia de la reducción de los precios de venta de la energía eléctrica sobre el fomento de los consumos de dicha energía.*

Veamos ahora como reacciona el consumo de la energía eléctrica ante rebajas o aumentos de los precios medios de venta de dicha energía.

Esta materia, de honda trascendencia para el debido conocimiento de la demanda del mercado de la energía eléctrica, y en consecuencia para su debido manejo y control, ha sido largamente estudiada en otros países. En los EE. UU. de N. A., por medio de minuciosas estadísticas de 40 Empresas durante el quinquenio 1924-1928, Mr. E. L. Zuck logró puntualizar como resultados previos generales el hecho que, cada 1% de rebaja en los precios medios de venta, trae consigo después de un intervalo prudencial de tiempo, alrededor del 2% de aumento en los K. Watts Horas vendidos a cada consumidor.

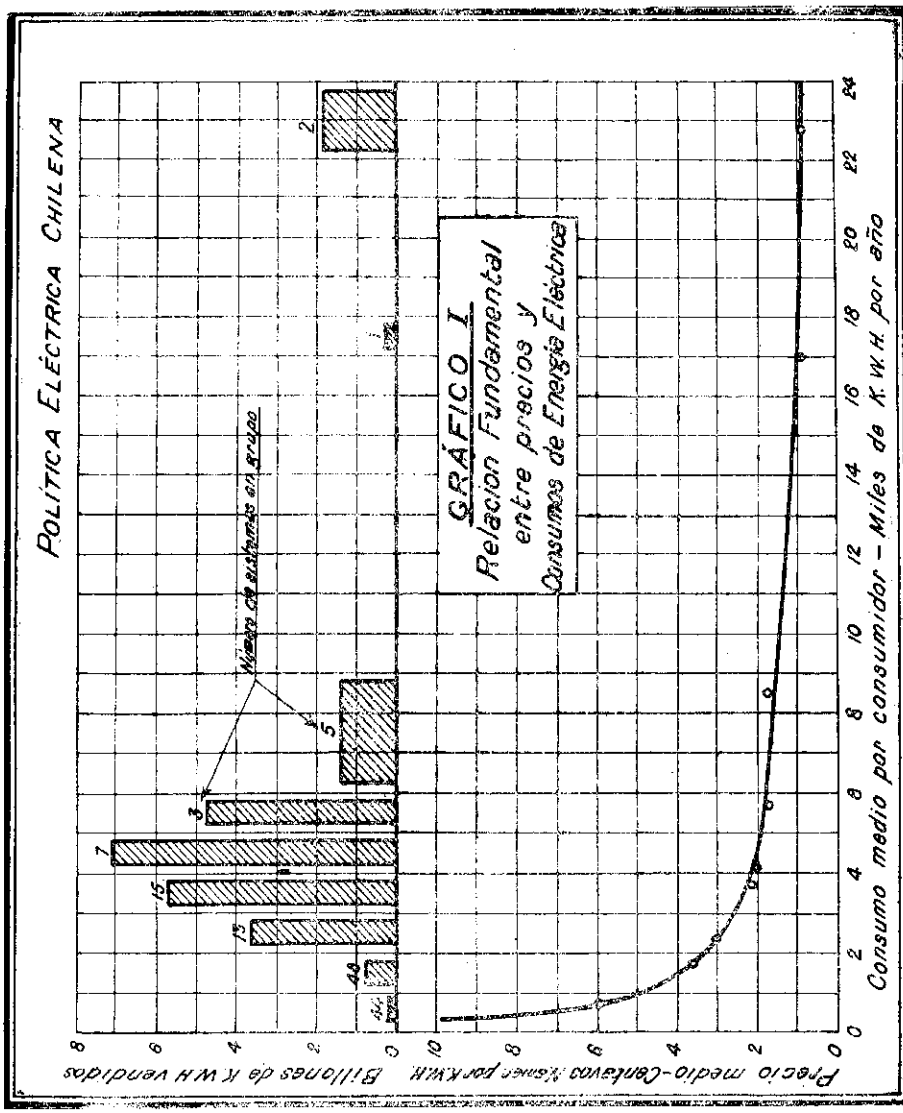
Del análisis estadístico de 43 ciudades pequeñas de los EE. UU. de N. A., se dedujo que cada 1% de rebaja en las tarifas es seguido de un 3¼% de aumento en el consumo residencial y de un 6¼% de aumento en el consumo de alumbrado comercial, y las entradas recuperaron su nivel inicial en 16 meses (1).

El ingeniero noruego T. Norberg Schultz (2), basado en las estadísticas de las empresas noruegas, ha planteado por primera vez fórmulas empíricas que relacionan el número de K. Watts Horas vendidos por consumidor, al año, con el precio medio de venta del K. Watt hora. Las conclusiones de Norberg Schultz para el mercado noruego, concuerdan muy estrechamente con las de Mr. E. L. Zuck para el mercado norte-americano, a pesar que las condiciones generales en uno y otro país son muy diferentes. En efecto, en Noruega se emplea de preferencia las tarifas denominadas «Flat» (cobro fijo por la potencia instalada o demandada), predomina la generación hidro-eléctrica y los precios son relativamente muy bajos. En cambio, en los EE. UU. de N. A., se usa de preferencia la tarifa sobre la base del medidor de K. Watts Horas, predomina la generación termo-eléctrica (72,7% termo-eléctrica contra 27,3% hidro-eléctrica) como quedó de manifiesto en el Cuadro IV, y la riqueza media por habitante es considerablemente mayor.

En el último tiempo, el ingeniero norte-americano Mr. P. P. Stathas, en un interesante estudio premiado por la N. E. L. A. (3) con los premios «Doherty» y «Mc

(1) Electrical World 3 mayo 1930, pág. 888.
(2) Electrical World 30 agosto 1930, pág. 404.
(3) National Electric Light Association.

Graw» (1), deduce fórmulas que interpretan muy estrechamente la relación que parece existir entre los precios medios de venta del K. W. H. y el número de K. W. Horas vendidos por cada consumidor. Damos a continuación en el GRÁFICO I, los resultados obtenidos por Mr. Stathas en el análisis de 136 empresas norteamericanas de electricidad de servicio público, gráfico que ha sido copiado de la misma fuente anterior (1).



(1) N. E. L. A. Bulletin, agosto 1932, pág. 473.

El mismo autor en su estudio ya citado (1), compara los resultados fundamentales de los mercados norte-americano y noruego, Gráfico que copiamos de la misma revista (1) en el GRÁFICO II que sigue.

Interesantísimos son los estudios citados, por cuanto ellos conducen en forma científica y concreta al conocimiento del mercado de la energía eléctrica, resultados vanamente perseguidos hasta la fecha por los economistas e industriales en el estudio de los mercados de los demás productos (2). De allí que el profesor Mr. Philip Cabot califique como digno de encomio el dominio que la industria eléctrica ha adquirido hasta la fecha en el conocimiento y manipulación del mercado de dicha energía (2).

Digno de meditación es especialmente el GRÁFICO II, en la comparación que hace de los mercados norte-americano y noruego. Para ambos las tendencias son prácticamente iguales, a pesar de las enormes diferencias que existen en las características generales de los dos países. Como es bien explicable, debido a la menor riqueza media y menor densidad de población de Noruega, su mercado necesita mayores rebajas de los precios medios de venta de la energía eléctrica para estimular el crecimiento de los consumos de dicha energía.

En el mismo Gráfico II hemos introducido, a manera solo ilustrativa, datos obtenidos para empresas eléctricas de servicio público de Inglaterra y Escocia, en el año 1931, que venden entre 100 millones a 300 millones de K. W. Horas anuales para luz, consumos domésticos, tracción e industrias, calculada a razón de 6 habitantes constituídos en un consumidor y de Id=2,02 centavos americanos. Con todas las reservas provenientes de las consideraciones hechas para la comparación, vemos repetido también para Inglaterra y Escocia la misma tendencia fundamental de los mercados norte-americano y noruego, cuya reacción al estímulo de los precios de la energía eléctrica parecen acercarse más a las características de Noruega, apesar de la mayor riqueza media inglesa, lo que podría explicarse, quizás, por la abundancia del gas de alumbrado y del carbón en Inglaterra, en activa competencia con la energía eléctrica, además por el espíritu tan conservador del público inglés.

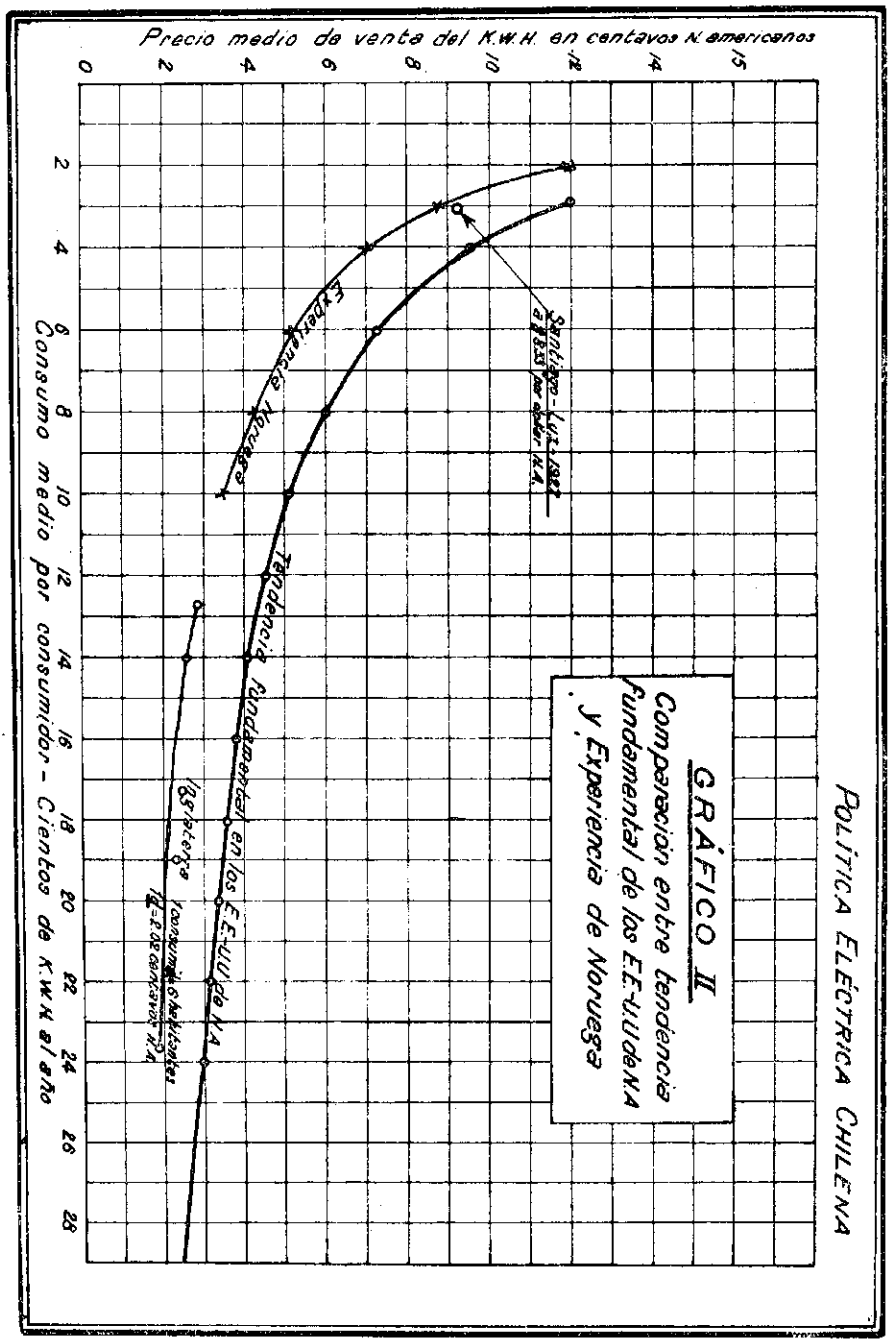
Hubiera sido nuestro deseo completar este estudio con las características del mercado chileno de la energía eléctrica; pero la imposibilidad de obtener los datos necesarios de la Dirección General de los S. E., nos ha hecho abandonar por el momento dicho estudio. Sería del mayor interés que se recopilaran y publicaran sistemáticamente los datos estadísticos necesarios para abordar este trabajo. Como mero antecedente ilustrativo, hemos colocado en el GRÁFICO II un solo punto del mercado chileno, el correspondiente a la energía eléctrica consumida para alumbrado domiciliario, comercial, público urbano y suburbano, anuncios luminosos y servicios domiciliarios de calefacción, vendida en Santiago el año 1926-1927 al precio medio de $ 0,772 el K. W. H. con unos 300 K. W. Horas anuales por consumidor y a razón de $ 8.33 por dollar americano (3).

---

(1) N. E. L. A. Bulletin, agosto 1932, pág. 473.

(2) «Yale Review»—Yale University Press—Reproducido en «Tres Ensayos de Verdadero Interés», N.º 54, mayo 1935.

(3) Tarificación de los Servicios de Energía Eléctrica y Tranvías de Santiago. Ricardo Solar P. Imprenta Nacional 1927.


POLÍTICA ELÉCTRICA CHILENA
GRÁFICO II
Comparación entre tendencia fundamental de los E.E.-U.U. de N.A. y Experiencia de Noruega
Precio medio de venta del K.W.H. en centavos N. americanos
0 2 4 6 8 10 12 14 15
Consumo medio por consumidor - Cientos de K.W.H. al año
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28
Tendencia fundamental en los E.E.-U.U. de N.A.
Experiencia Noruega
Santiago - Año 1927
Las líneas consumidores Residenciales
12 = P.D. centavos N.A.

En este proceso de rebajas de precios y aumentos de los consumos de la energía eléctrica; *las reducciones de precios deben venir primero, después las ventas* (1).

Como es bien natural comprender, el mercado consumidor no reacciona inmediatamente ante el estímulo de las rebajas de los precios de la energía eléctrica, sino que media entre la causa y su efecto un lapso de tiempo variable, alrededor de unos seis a dieciséis (2) o más meses en los EE. UU. de N. A., trascurrido el cual, las entradas recuperan el monto que tenían al efectuar las rebajas y comienzan a superar dicho monto. Es de suponer que para ciertas regiones de nuestro país este lapso de tiempo sea mayor, en cambio en otras regiones es lógico esperar reacciones iguales o mejores que las citadas.

Si en nuestro país tuviéramos igual característica de reacción del mercado que para Noruega, y partiendo de un consumo medio por habitante al año de 60 K. W. Horas para todo el servicio público (ver Cuadro I), si tomamos a razón de 5,7 habitantes constituídos en un consumidor (3), tendríamos un consumo de energía eléctrica al año de

$$60 \times 5{,}7 = 342 \text{ K. W. Horas por consumidor}$$

Una reducción del precio medio de venta del 40 al 44%, como la calculada en el Acápite 3, traería con toda probabilidad un incremento a consumos del orden de 700 a 800 K. W. Horas al año por consumidor, o sea del orden de unos 120 a 140 K. W. Horas por habitante al año, lo que recién nos vendría a poner a la altura de los consumos que tenía Argentina el año 1927-1928 (Cuadro I), y siempre once a catorce veces inferiores a los de Noruega en el mismo año.

Obsérvese por último del GRÁFICO II, como las rebajas graduales en los precios medios de venta de la energía eléctrica van estimulando en forma creciente los consumos, haciéndose dichos incrementos considerables a partir de ciertos precios razonablemente bajos de la energía eléctrica. Se comprende fácilmente que esto suceda, pues los bajos precios de la energía eléctrica van abriendo, a medida que se reducen más y más, nuevas aplicaciones industriales, nuevos y grandes consumidores y desplazando concurrencias en el mercado del abastecimiento de la energía.

5.—*Influencia del aumento de los consumos de energía eléctrica sobre los costos de producción de la misma.*

Si partimos de la distribución media probable de las entradas brutas de explotación de la industria eléctrica de servicio público, que hemos calculado para nuestro país en el Cuadro VII, podemos hacer la distribución siguiente de dichas entradas, en los dos grandes rubros usuales de todo análisis de costos, a saber:

I) *Gastos fijos*, o sobre la demanda máxima de potencia (independientes del número de unidades o K. W. Horas producidos o vendidos).

---

(1) Electrical World, 1.° enero 1935, pág. 60.

(2) Electrical World, 19 diciembre 1931, pág. 1084.

(3) Datos del número medio de habitantes por vivienda en todo el país. Del Censo Oficial de 1930. «La Nación», 21 abril 1931, pág. 16.

II) *Gastos variables*, directos o sobre la energía (dependientes del número de unidades o K. W. Horas producidos o vendidos.

Así tendríamos:

CUADRO VIII

ANÁLISIS GENERAL DE LOS COSTOS PROBABLES DE PRODUCCIÓN EN LA INDUSTRIA ELÉCTRICA DE SERVICIO PÚBLICO CHILENA.

I) *Gastos fijos:*		
Total de los costos del Capital	60%	
1/3 sobre los costos de explotación y mantenimiento del 24%	8%	
½ sobre los costos de renovaciones, depreciación e impuestos del 16%	8%	
Total Gastos fijos		76%
II) *Gastos variables:*		
2/3 sobre los costos de explotación y mantenimiento del 24%	16%	
½ sobre los costos de renovaciones, depreciación e impuestos del 16%	8%	
Total Gastos variables		24%
Total General		100%

Calcularemos la influencia del aumento de los consumos partiendo del factor de carga medio de los EE. UU. de N. A., de los años 1927 al 1934, igual al 30% respecto a la potencia instalada en generadores (factores de utilización) (1), a cuyo factor de carga le asignaremos un costo del K. W. Hora equivalente al 100% (2) y tendríamos el cuadro siguiente:

(1) Electrical World, 30 marzo 1935.

(2) En Chile, en los años 1927 a 1934, calculado del Cuadro XIII ha sido de un valor medio alrededor del 20%, tomando como en los EE. UU. de N. A. los K. W. H. consumidos y la potencia instalada en generadores (por lo común denominado técnicamente factor de utilización).

CUADRO IX

INFLUENCIA DEL FACTOR DE CARGA EN EL COSTO DEL K. W. H., TOMANDO COMO BASE DE COMPARACIÓN EL CORRESPONDIENTE AL 30% DE FACTOR DE CARGA Y CONSIDERANDO INTERESES SOBRE EL TOTAL DEL CAPITAL INVERTIDO EN LA INDUSTRIA ELÉCTRICA DE SERVICIO PÚBLICO.

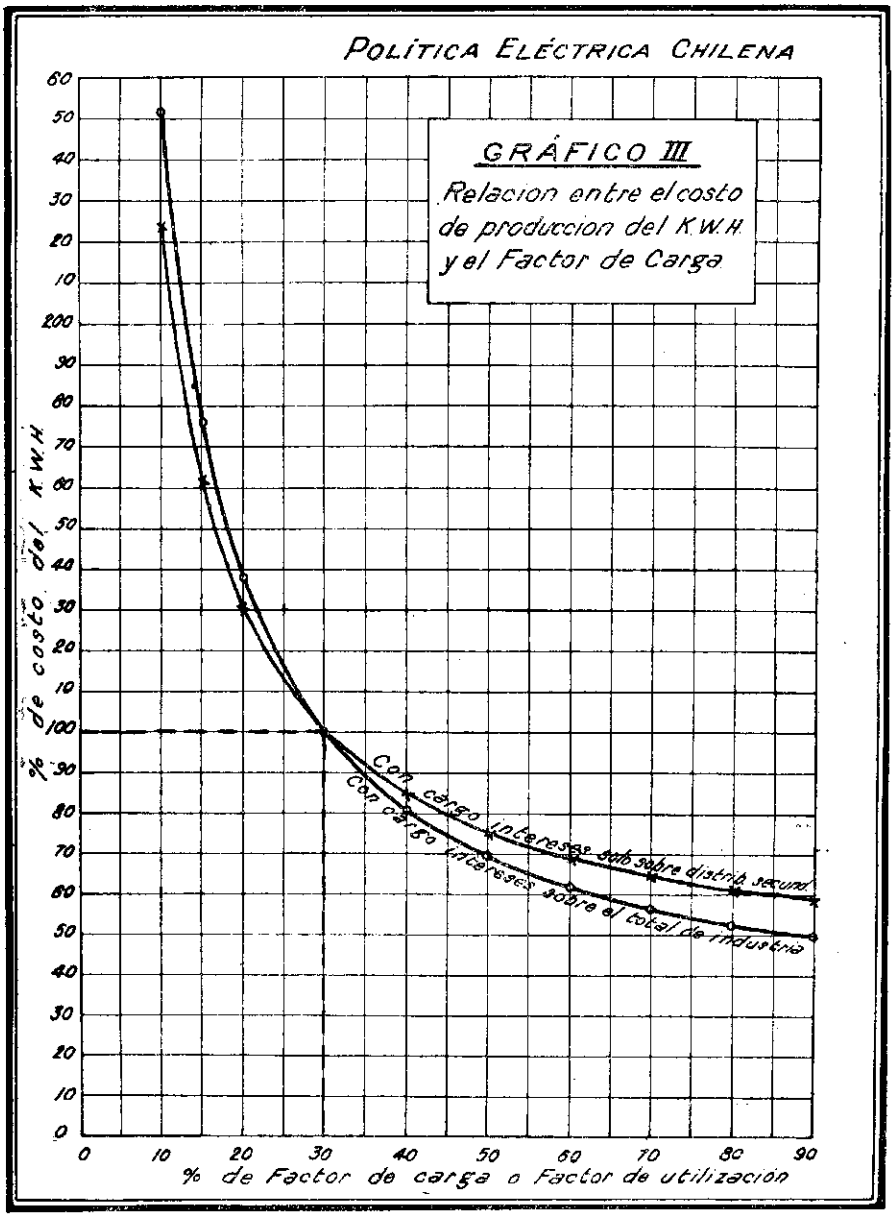
Factor de Carga en %	*Costo del KWH. en por ciento*		
	Fijos en %—k=76%	*Variables en %*	*Totales en %*
10	k×30/ 10=228%	24%	252%
15	k×30/ 15=152%	24%	176%
20	k×30/ 20=114%	24%	138%
30	k×30/ 30= 76%	24%	100%
40	k×30/ 40= 57%	24%	81%
50	k×30/ 50= 45,6%	24%	69,6%
60	k×30/ 60= 38%	24%	62%
70	k×30/ 70= 32,6%	24%	56,6% límite máximo práctico
80	k×30/ 80= 28,5%	24%	52,5%
90	k×30/ 90= 25,3%	24%	49,3%
100	k×30/100= 22,8%	24%	46,8%

Obsérvese que hemos adoptado el factor de 30% de los EE. UU. de N. A. en lugar del 20% medio de nuestro país para hacer menos violenta la influencia que en los precios tiene el factor de carga, es decir para basar nuestros cálculos en las cifras más prudentes o mínimas.

El Cuadro IX anterior aparece representado en el GRÁFICO III.

Se observa la gran influencia que tiene el factor de carga, o sea el aprovechamiento más y más intensivo de las capacidades instaladas en las plantas generadoras, líneas de transmisión y redes de distribución sobre el precio medio de costo del K. W. Hora. Esta influencia, que en el Cuadro IX y su Gráfico correspondiente III ha sido calculada sobre la base de cargar el 9% de interés sobre los capitales invertidos en el total de la industria, tiende a hacerse cada vez más acentuada, en vista de las tendencias modernas hacia el automaticismo o mecanización de las instalaciones y del crecimiento de las capacidades unitarias de las centrales generadoras. Especialmente en nuestro país esta influencia será siempre más grande, por el predominio actual y futuro de la generación hidro-eléctrica, dada las condiciones naturales del país, generación en la cual predominan los gastos fijos sobre los variables.

Si eliminamos el cargo de intereses sobre los capitales invertidos sólo en la generación, interconexiones y transmisiones primarias de la energía eléctrica, como ha sido estudiado en el Acápite 2, dejándolo en toda su integridad para el resto de la industria, es decir la distribución de la energía eléctrica que representa, según el



Cuadro V aproximadamente el 39% del total de capitalización, tendríamos la eliminación de intereses para el 61% del capital invertido en la industria, o sea una reducción aproximada en el rubro «Costos del Capital» del Cuadro VII del

$$0{,}6 \times 0{,}61 = 0{,}37 \text{ o sea el } 37\%$$

es decir, dichos «Costos del Capital» serían del orden del 23% en lugar del 60% sobre las entradas brutas iniciales. Reajustando proporcionalmente los demás valores del Cuadro VIII como porcentajes de las nuevas entradas brutas de explotación disminuídas que han sido al 63%, se tendría en resumen:

I) *Gastos fijos*	62% en lugar del	76%
II) *Gastos variables*	38% en lugar del	24%
	100%	100%

Con cuyos valores básicos podemos recalcular el Cuadro IX, para las nuevas condiciones, como sigue:

CUADRO X

INFLUENCIA DEL FACTOR DE CARGA EN EL COSTO DEL K. W. H., TOMANDO COMO BASE DE COMPARACIÓN EL CORRESPONDIENTE AL 30% DE FACTOR DE CARGA Y CONSIDERANDO INTERESES SÓLO SOBRE LA DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA, EN LA INDUSTRIA ELÉCTRICA DE SERVICIO PÚBLICO.

Factor de Carga en %	*Costo del KWH. en por ciento*		
	Fijos en % k = 62%	*Variables en %*	*Totales en %*
10.....	k×30/10 = 186%	38%	224%
15.....	k×30/15 = 124%	38%	162%
20.....	k×30/20 = 93%	38%	131%
30.....	k×30/30 = 62%	38%	100%
40.....	k×30/40 = 46,5%	38%	84,5%
50.....	k×30/50 = 37%	38%	75%
60.....	k×30/60 = 31%	38%	69%
70.....	k×30/70 = 26,6%	38%	64,6% límite, máxi-
80.....	k×30/80 = 23,3%	38%	61,3% mo, práctico
90.....	k×30/90 = 20,7%	38%	58,7%
100.....	k×30/100 = 18,6%	38%	56,6%

Los valores del Cuadro X los hemos llevado al mismo Gráfico III.

Observaremos que los valores calculados en los Cuadros IX y X, como asimismo sus representaciones en el Gráfico III se refieren a intensificaciones de los consumos que mejoran el factor de carga o de utilización, es decir de aquellos consumos que, dados sus horas o períodos de demanda o la diversificación de los mismos, aprovechan mejor las capacidades instaladas, sin exigir el aumento de las mismas capacidades.

Nótese además que, en la influencia del factor de carga sobre los costos de pro-

ducción, no se ha tomado en cuenta la circunstancia del mejor rendimiento que las instalaciones generadoras tienen, a medida que aumenta el factor de carga, y en consecuencia a medida que las máquinarias trabajan durante mayores tiempos con cargas más próximas a sus cargas normales. Este hecho, no desestimable, vendría a mejorar la influencia de reducción de los costos de producción del K. W. Hora que hemos calculado como consecuencia del mejoramiento del factor de carga.

6.—*Influencia combinada de los factores anteriores en el manejo económico de la industria eléctrica y sus resultados generales previsibles.*

Estudiemos, a manera de ejemplo ilustrativo, los resultados generales que se podrían esperar en nuestro país, al actuar primero, por medio de una reducción racionalmente distribuída de los precios medios de venta de la energía eléctrica, en forma tal de mejorar el factor de carga, en seguida, cuando el aumento consiguiente de los consumos, con el mejoramiento del factor de carga consecuente, haya traído la reducción de los costos de producción, seguir en esta acción de estímulo bajando más los precios medios de venta.

Partamos de una reducción en los precios medios de venta de la energía eléctrica del 40%, como ha sido calculada en el Acápite 3. Dicha reducción, racionalmente distribuída, no debería en ningún caso traducirse en una reducción pareja de las tarifas para todas las clases de consumos, sino que, debería hacerse menor para aquellos consumos dentro de las horas del máximo consumo (in peak), y ser considerablemente mayor para aquellas clases de consumos fuera de las horas citadas (off peak) y que no acarrean aumentos en las capacidades instaladas. Esta reducción, así racionalmente hecha, acarrearía el aumento de los consumos desde los 342 K. W. H. por consumidor al año actual (60 K. W. H. por habitante al año), hasta un mínimo de unos 700 K. W. H. por consumidor al año, como ya fué calculado en el Acápite 4, o sea mejoraría el factor de carga del 30% inicial llevándolo hasta el 60%, aumento que prudencialmente sólo lo admitiremos en la mitad, o sea el 30% más 15% igual 45%. La duración de este ciclo de reacción de los consumos, ante el estímulo dado podríamos estimarlo en nuestro país en unos 24 meses como máximo.

El mejoramiento del factor de carga al 45%, acarrearía, según Cuadro X y su curva gráfica correspondiente del Gráfico III, una reducción de los precios de producción de la energía eléctrica de un 20% aproximadamente.

Dicha nueva reducción en los costos, que se completaría más o menos después de los dos años del primer estímulo, permitiría entonces una nueva reducción adicional del 20% en los precios medios de venta de la energía eléctrica, reducción que, racionalmente distribuída como ha quedado explicado más atrás, produciría un aumento paulatino de los consumos desde los 700 hasta unos 930 K. W. H. por consumidor al año, siguiendo la curva de reacción de Noruega del Gráfico II. Así pues, después de un nuevo período prudencial de unos dos años, llegarían probablemente los consumos a 930 K. W. H. por consumidor al año y se alcanzaría un factor de carga máximo teórico del 80%, pero que, prudencialmente sólo tomaremos de un 55%.

Con este último factor de carga del 55% y según la misma curva del Gráfico III, los costos de producción de la energía se reducirían en un nuevo 10%, reducción que aplicada racionalmente en los precios medios de venta, llevarían según el

Gráfico II los consumos hasta unos 1 040 K. W. H. por consumidor al año, con un factor de carga que como máximo estimaremos en el 65%. Nuevamente este mejoramiento del factor de carga traería una nueva disminución en los costos de producción que aplicadas a los precios medios de venta aumentarían probablemente los consumos hasta unos 1 150 K. W. H. por consumidor al año.

Más allá de un 65% no es prudente concebir que mejore el factor de carga, salvo la existencia de industrias especiales de consumos intermitentes, nocturnos o de temporadas. Si adoptamos pues el 65% como límite máximo del factor de carga que se alcanzaría por la acción combinada que analizamos, habríamos llegado en resumen después de una acción inteligentemente dirigida, que duraría unos 5 a 6 años como máximo, a los siguientes resultados finales probables:

«Una reducción de los precios medios de venta de la energía eléctrica de un 60% « y un aumento de los consumos hasta alcanzar la cifra mínima probable de 1 150 K. W. H. por consumidor al año, lo que representaría unos 200 K. W. H. por habitan- « te al año en lugar de la ínfima y vergonzosa cifra de menos de 60 que aparece en el « Cuadro I».

No pueden ser tildados nuestros cálculos anteriores de optimistas, ya que con los 200 K. W. H. por habitante al año de consumo de energía eléctrica, siempre estaríamos ocho veces inferiores a los de Noruega el año 1927-1928, que nos está señalando una meta práctica, que es bien posible alcanzar, en el servicio público.

7.—Necesidad que la oferta preceda a la demanda de energía eléctrica.

Es absolutamente necesario, para que la industria eléctrica de servicio público contribuya a un sano y normal desarrollo del país, y no constituya una grave rémora en dicho progreso, que la oferta de energía eléctrica preceda y estimule siempre y en todo momento a la demanda. Todo estagnamiento en esta acción de oferta y de estímulo trae un verdadero proceso de asfixia en el desarrollo del país que lo sufre, especialmente en su aspecto industrial. Pero no basta esta precedencia y estímulo, es preciso que exista además la más plena confianza en que habrá siempre en el futuro un exceso de disponibilidades de energía eléctrica ofrecidas al mercado y que sus precios de venta van a tener la debida estabilidad dentro de largos períodos de tiempo.

Es fácilmente comprensible esta circunstancia, las nuevas industrias o la electrificación y ensanche de las existentes, asimismo la intensificación de la electrificación de los hogares, casas comerciales, alumbrado público, faenas agrícolas, regadíos etc. etc., requieren la inversión de capitales privados de consideración, inversiones que sólo se alentarían dando amplia confianza en que existirá siempre energía eléctrica disponible en los empalmes y en la estabilidad a largos plazos en los precios de suministro de dicha energía.

Veremos en el acápite siguiente como la industria eléctrica recurre a veces a alzas de precios de venta de la energía, precisamente para defenderse de los aumentos de consumos que sus instalaciones no son capaces de servir, lo que constituye una política de funestísimas consecuencias para el desarrollo de un país.

La necesidad de la precedencia de la oferta de energía eléctrica sobre la demanda ha sido bien comprendida por los legisladores, al aceptar en sus leyes y reglamentos de la industria eléctrica el aumento de los capitales o bienes físicos en el rubro deno-

minado «Intangibles», cuyo ítem principal lo constituye el «Going Value», cuya finalidad y forma de calcularlo responde al concepto de compensar a los inversionistas por la falta o merma en la percepción de intereses durante los períodos de construcción y primero años de funcionamiento de las instalaciones de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, mientras los consumos no han llegado a absorber la capacidad disponible, o sea, precisamente para hacer económicamente posible, aún bajo el régimen de la iniciativa privada y retribución de intereses directos, la exigencia perentoria que la oferta de la energía eléctrica debe preceder siempre a la demanda. Muchas veces por desconocimiento de estas materias, se llega a establecer en las valuaciones un cierto porcentaje fijo de intangibles, sea cual fuere la forma de desarrollo de las capacidades instaladas, transformando en consecuencia, en un interés creado, lo que debiera ser un premio o estímulo en ciertos casos bien calificados.

Es preciso que en nuestro país se emprenda decididamente la política de hacer que la oferta de la energía eléctrica abundante, barata y difundida vaya creando, robusteciendo e intensificando la demanda de los consumos, o sea aumentando dichos consumos tanto en extensión como en profundididad, y no viceversa como hasta la fecha se ha hecho, salvo excepciones de ciertos períodos y regiones bien determinadas.

8.—*Círculo vicioso actual de precios altos que restringen los consumos de energía y restricción de consumos que elevan los costos de producción. Funestas consecuencias de este círculo vicioso y forma de romperlo.*

Desde muchos años atrás, es un hecho bien conocido por los técnicos, que las rebajas de tarifas estimulan el uso de la energía eléctrica y abren nuevos mercados consumidores, como detalladamente lo hemos dejado expuesto en el Acápite 4. Sumamente conocida es también la influencia del aumento de los consumos, que elevan el factor de carga, en la reducción de los costos de producción, como aparece expuesto en el Acápite 5.

A pesar de todos estos hechos tan conocidos, existe muy generalizado, especialmente en nuestro país, un círculo vicioso en el manejo económico de la industria eléctrica, círculo funestísimo en sus consecuencias para el desarrollo del país: «Precios medios de venta elevados de la energía eléctrica, como asimismo las alzas en dichos precios, restringen en forma muy sensible los consumos, y la restricción de los consumos, eleva a su vez los costos de producción de la energía eléctrica».

Podrá apreciarse en forma cuantitativa este efecto combinado, al recorrer en sentido inverso el ciclo que hemos desarrollado en el Acápite 6.

Lo más grave es el hecho que, ya sea en forma deliberada, ya sea en forma intuitiva, la industria eléctrica de servicio público recurre a veces a este procedimiento para defenderse de nuevos aumentos de consumos que no es capaz de abastecer por carencia de recursos para llevar a cabo nuevas instalaciones generadoras y distribuidoras, por decidia o timidez para procurarse dichos recursos, por despreocupación o desconocimiento de la enorme contribución que representa dicha industria en el desarrollo del país, o por último, por el afán de asegurarse las más altas rentabilidades inmediatas a sus capitales invertidos. La industria eléctrica está en este caso, asfixiando drásticamente todo progreso nacional y es inaudito el hecho que sea la propia víctima

la que, por medio de aumento de tarifas, esté costeando la soga con que se amarra o se asfixia en su crecimiento normal.

Los editores de la revista «Electrical World», revista que constituye uno de los voceros de mayor importancia y circulación de la industria eléctrica privada de servicio público de los Estados Unidos de N. A., dicen editorialmente en uno de los recientes números de la citada publicación (1).

«La industria (eléctrica) norteamericana está gradualmente aceptando la idea « que las tarifas bajas abren las puertas para el desarrollo de los consumos, que las « reducciones de tarifas deben ir siempre acompañadas por campañas de venta y « *que la reducción debe venir primero, después las ventas*. El criterio de la antigua « escuela podía condensarse en la pregunta: «Si rebajamos las tarifas ¿qué entradas « vamos a perder?». El moderno criterio dice: «Si ofrecemos tal precio, que consumo « podremos formar?». Constituye así, este último criterio, un ataque positivo en « lugar de uno negativo a una materia que constituye, después de todo, un mero « problema de mercados».

En nuestro país, de escasos capitales privados e intereses subidos, y de insuficiente iniciativa particular en lo que a la industria eléctrica de servicio público se refiere; pero que cuenta con fuentes generadoras tanto hidro como termo-eléctricas considerables y de económico aprovechamiento, y cuyo futuro radica indudablemente en el desarrollo de la industria extractiva y manufacturera, como asimismo en la industrialización de la agricultura y en el aumento de las superficies regadas, la implantación del moderno criterio expuesto, para el manejo económico de la industria eléctrica, es lo único que puede sacarnos del estagnamiento en que estamos y conducirnos a insospechados progresos.

Esta política, la única racional, dado el carácter de extrema necesidad pública que el servicio eléctrico tiene, y su enorme importancia en el progreso de los países, requiere que la oferta de energía eléctrica vaya creando la demanda, y no viceversa como es el caso entre nosotros. Esto significa, no sólo la necesidad de invertir cuantiosos capitales en nuevas plantas generadoras y distribuciones primarias de la energía eléctrica, sino que requiere también el prescindir en dichas obras de intereses inmediatos o directos sobre los capitales invertidos en ellas, y requiere aún, el sobrellevar pérdidas o mermas de entradas mientras los aumentos de los consumos responden al estímulo de los precios reducidos de la energía eléctrica.

Una política de esta especie, la única que permitiría romper el funesto círculo vicioso ya citado, sino queremos dar vueltas permanentemente dentro de él, en la estagnación o anemia de progreso que la estadística comparativa del Cuadro I nos revela, y que el Cuadro XIII nos confirma, no puede ser esperada de nuestra iniciativa privada en la medida que lo necesitamos con urgencia, no está en la voluntad ni tampoco al alcance del capital privado nacional o extranjero el hacerlo, capitales que buscan, como es natural, inversiones más lucrativas, más directas y a más corto plazo que abundan en el país, y para cuyos negocios no pesa en forma preponderante la acción a largo plazo estimulante del progreso general del país, obra más bien de sus Poderes Públicos. Tampoco puede ser exigido a nuestras empresas particulares, casi siempre de muy limitados recursos financieros. Aparece en cambio bien clara y facti-

(1) Electrical World 1.º enero 1935, pág. 60

ble la posibilidad y la conveniencia, más que eso: la *necesidad y urgencia* que sea el Estado quien aborde esta política, siguiendo por lo demás la misma y hermosa tradición, de larga visión de estadistas, de nuestras construcciones y explotaciones de ferrocarriles, puertos, caminos, embalses, agua potable, alcantarillados, puentes etc., con miras de penetración y de fomento, sin exigencias de utilidades directas o indirectas a corto plazo.

9.—*El crecimiento probable de los consumos y las nuevas instalaciones necesarias para atenderlos.*

¿Qué crecimiento natural de los consumos de energía eléctrica podremos esperar en nuestro país, con el solo estímulo de una oferta de energía siempre precedente respecto de la demanda y de precios medios de venta más moderados que los actuales? Es la pregunta que trataremos de contestar en el presente acápite.

Cuando han existido las favorables condiciones anteriores, como lo fué durante el quinquenio 1922 al 1927 en las provincias de Santiago y Aconcagua, y durante 1927 a 1930 en Valdivia, los consumos crecieron a razón del 33% y 43% medio acumulativo anual respectivamente, como lo expusimos en el Acápite I.

En un estudio de las posibilidades de venta de energía eléctrica en la zona comprendida entre Temuco y Puerto Montt del ingeniero don Ricardo Simpson G. (1), estima que puede mantenerse para dicha zona, sin ningún peligro de exageración, el porcentaje de aumento acumulativo de los consumos del 10% por año.

En el Cuadro III vemos los crecimientos acumulativos anuales de diferentes países extranjeros, que no están, como el nuestro, hambreados de energía eléctrica.

Así pues, en forma bien prudente, podemos estimar el crecimiento vegetativo probable de nuestros consumos en un 12% medio acumulativo por año, crecimiento que podría hacerse más elevado al estimular, mediante una política racional de tarificaciones, el crecimiento de los consumos y el mejoramiento del factor de carga.

El crecimiento anual indicado, conduciría a la necesidad de duplicar en los próximos seis años, nuestra actual capacidad instalada en plantas generadoras, líneas de transmisión y redes de distribución primaria y secundaria de energía eléctrica de servicio público; y en los próximos 12 años, contados desde el momento actual, a la necesidad de cuadruplicarlos.

Hacemos notar que, el crecimiento vegetativo del 12% acumulativo anual en los consumos de energía eléctrica, o sea su duplicación en los próximos 6 años y su cuadruplicación en los próximos 12 años, representará el mismo crecimiento de las potencias instaladas, en la prudente suposición, en que hemos querido colocarnos, de un factor de carga estable, es decir, que no experimente aumentos.

Si ahora recurrimos a la política activa de fomento de los consumos, mediante rebajas graduales en los precios medios de venta de la energía eléctrica, según ha sido esbozado en el Acápite 6, la duplicación de las capacidades instaladas en los próximos seis años, nos podría llevar a la triplicación o cuadruplicación de los consumos de

(1) Informe a la Cía. Electro Siderúrgica e Industrial de Valdivia—25 febrero, 1930, pág. 11—Imprenta Balcells y Co.

energía eléctrica, en el mismo período de años, por los efectos del mejoramiento del factor de carga.

10.—*Necesidad de aumentos continuos de capital invertido en la industria eléctrica de servicio público.*

Es una característica de la industria eléctrica de servicio público, las fuertes capitalizaciones que requiere, como asimismo los considerables capitales sucesivos que es necesario invertir en ella, para mantener siempre una disponibilidad y oferta de energía eléctrica adelante de la demanda, para extender y perfecionar sus servicios y para propender a su mayor continuidad, estimulando así el desarrollo del país, con el crecimiento continuo de los consumos de energía eléctrica que hemos calculado en el Acápite anterior.

La capitalización, en relación con las entradas brutas anuales, tienden a ser cada vez mayor, no sólo a causa de las tendencias modernas hacia la automatización, mecanización y crecimiento de las capacidades unitarias de los sistemas, sino que también como consecuencia de la política moderna de considerar la energía eléctrica como un artículo de primera necesidad y básico para el desarrollo de un país, es decir, no hacerlo un artículo o elemento de lucro, sino que actuar con él, y mediante una racional política de penetración, como medio de estimular el progreso nacional.

Así, en los Estados Unidos de N. A., (1) observamos los resultados siguientes:

CUADRO XI

CAPITAL INVERTIDO EN LA INDUSTRIA ELÉCTRICA DE SERVICIO PÚBLICO EN RELACIÓN CON LAS ENTRADAS BRUTAS ANUALES.

Año:	*Capital invertido por cada $ de entrada bruta anual*	*Entrada bruta anual en % del capital invertido*
1922	$ 4.60	22%
1927	5.30	19%
1934	6.60	15%

Para que se pueda apreciar la diferencia con otras actividades, daremos el ejemplo de una casa comercial, cuyo capital invertido es del orden de unos $ 0.60 por cada peso de entrada bruta anual y de unos $ 0.25 a $ 0.30 para el comercio minorista, contra $ 6.60 de la industria eléctrica de servicio público.

(1) Electrical World, 30 marzo, 1935.

Esta capitalización, en la medida y persistencia que la necesitamos para el desarrollo industrial del país, y habida consideración del atraso en que, sobre el particular nos encontramos, está seguramente fuera del alcance de nuestros capitales privados, que buscan como es natural inversiones más lucrativas, haciendo languidecer nuestra industria eléctrica de servicio público, que tan grandes proyecciones tiene sobre el progreso nacional.

11.—*Situación actual de nuestras empresas eléctricas de servicio público.—Peligros de la estagnación actual. Desnacionalización de nuestras empresas eléctricas de servicio público.*

En el cuadro siguiente se indica, para nuestras empresas eléctricas de servicio público, en los años 1926 a 1934, la energía eléctrica total generada, la capacidad total instalada en generadores, y los porcentajes de crecimiento anuales de la energía generada y de las capacidades instaladas.

CUADRO XII

DESARROLLO DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y DE LAS POTENCIAS INSTALADAS EN PLANTAS GENERADORAS EN LAS EMPRESAS DE SERVICIO PÚBLICO DEL PAÍS.

Año:	*Producción total de energía eléctrica en millones de KWH.* (1)	*Capacidad instalada en generadores. En mi les de KW* (1)	*Porcentaje de crecimiento anual*	
			prod. energía %	*cap. instalada* %
1926	214,72	101,81	....	....
1927	239,90	103,01	11,7	1,2 } asfixia
1928	257,56	103,91	7,4	0,9 } asfixia
1929	289,17	143,74	12,3	38,4
1930	314,17	148,59	8,7	3,4
1931	299,87	150,30	— 4,6	1,2 crisis
1932	292,75	153,26	— 4,2	2,0 crisis
1933	320,53	154,44	9,5	0,8
1934	367,89	154,59	14,8	0,1 asfixia

(1) Datos de la Dirección General de Servicios Eléctricos, 1935.

Muchas conclusiones pueden ser deducidas del examen del cuadro anterior, resumiremos brevemente las principales.

A) La relativa poca influencia que la crisis tuvo, en la producción y consumo de la energía eléctrica, nos está demostrando que el actual abastecimiento de energía eléctrica del país sólo corresponde escasamente a sus necesidades más premiosas y fundamentales, lo que ya podía suponerse por el bajísimo consumo por habitante del Cuadro I.

B) Que la producción de energía eléctrica, ya el año 1933 sobrepasó el máximo del año 1930, año normal de prosperidad, sobrepasando en mayor grado dicha cifra el año 1934, lo que nos demuestra la capacidad de reacción de nuestros consumos de energía eléctrica, reveladores de los resultados que se pueden esperar al disponer una oferta de energía eléctrica abundante, barata y difundida.

C) Que a partir desde el año 1929, las capacidades generadoras instaladas no han experimentado incrementos apreciables, y como tampoco existen en ejecución nuevas plantas generadoras, la situación de asfixia de nuestro desenvolvimiento es bien evidente y se irá haciendo francamente peligrosa en el futuro.

D) Esta misma asfixia, como aparece del Cuadro XII, se alcanzó a experimentar durante los años 1927 a 1928, situación que se alivió en gran parte; pero sólo para la zona de Santiago y Valparaíso, con la entrega al servicio de la planta hidro-eléctrica de Queltehues.

La asfixia, y ahora con caracteres de harta gravedad, ha comenzado a manifestarse desde el año 1933-1934. Decimos de tal gravedad por las siguientes circunstancias: 1.° Los consumos de energía han crecido violentamente en el año 1934, síntomas de que el país se restablece y trata de recuperar el atraso de la crisis; 2.° el crecimiento de las capacidades generadoras está practicamente detenido; 3.° Como no existen en ejecución nuevas plantas generadoras de importancia, y como estas demoran unos 2 a 3 años hasta su puesta en servicio, estamos frente a un verdadero colapso en nuestro desarrollo eléctrico, que si no se arbitran rápidamente medidas en carácter de urgencia, repercutirá hondamente en el desarrollo del país. 4.° Esta falta de energía eléctrica, elemento tan fundamental para el desarrollo del país, se hará particularmente dolorosa, dado el período de convalescencia en que nuestro país se encuentra, de las graves crisis y convulsiones que ha tenido que sufrir en los últimos años.

En el Cuadro XIII aparece el detalle del desarrollo de nuestra industria eléctrica de servicio público desde el año 1926 hasta 1934. Los datos de la energía generada y potencias instaladas en generadores, como asimismo los datos del 33% de reserva exigida para las capacidades instaladas y el 18% de pérdidas globales de transmisión y distribución, son datos proporcionados por la Dirección General de los Servicios Eléctricos, y pueden considerarse en consecuencia como oficiales. Hemos completado los datos citados con otros complementarios deducidos de ellos, que dan una visión más cabal de nuestra industria eléctrica de servicio público.

Fuera de las conclusiones que hemos deducido anteriormente de los datos resumidos del Cuadro XII, podemos agregar ahora las siguientes.

Las zonas más urgidas en nuevos medios de abastecimiento de energía eléctrica, colocadas en orden de precedencia deducido de sus factores de carga, que nos revelan los grados de saturación relativa de sus medios de abastecimiento, son como sigue:

1.° Provincias de Aconcagua-Santiago-Colchagua (Zona interconectada por líneas eléctricas).

2.º Provincia de Concepción (Zona industrial y zona comprendida entre Chillán y Temuco).

3.º Provincias de Cautín y Valdivia (Zona desde Temuco hasta Puerto Montt).

4.º Provincias de Atacama y Coquimbo.

Desde el punto de vista nacionalista, la situación de nuestro país en lo que se refiere a sus medios de abastecimiento de energía eléctrica de servicio público, es bien precaria. El año 1934, aproximadamente el 88% de la energía producida en plantas eléctricas de servicio público ha correspondido a empresas extranjeras o alimentadas y controladas por capital extranjero. El resto de la industria, que corresponde a empresas nacionales de muy pequeña cuantía, excepción hecha de las Compañías: General de Electricidad Industrial; Austral de Electricidad y Co. de Alumbrado de Iquique, llevan una vida muy precaria. Para todas ellas, aún para las tres citadas existe el peligro de su absorción a largo o a corto plazo por el capital extranjero.

CAPITULO II

PRODUCCIÓN, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Introducción.—1. Plan General de Electrificación.—2. Ventajas del desarrollo de un plan General de Electrificación.—*A*. Reducción del capital invertido en Centrales y Líneas.—*B*. Reducción del costo de producción del kilowatt-hora.—C. Ventajas de otro orden.—3. Necesidad de armonizar el plan de electrificación con otras obras públicas, especialmente hidráulicas.

INTRODUCCIÓN

Se ha visto en el capítulo anterior la imprescindible necesidad que hay en atender al crecimiento de las demandas de energía eléctrica en el país, a fin de no impedir el desarrollo normal de las actividades de todo orden que necesitan de ella, como también la mportancia que tiene, tanto para el bienestar de la comunidad como para el desarrollo industrial, el disponer de una oferta abundante y segura de energía a precios que la hagan compatible con su carácter de artículo de primera necesidad.

Consideraremos la forma en que, según la tendencia moderna, se ha tratado de satisfacer estas exigencias, exponiendo primero en que consistiría un Plan General de Electricificación y sus ventajas, ya sean técnicas, económicas o de otro orden, concretándolo después en un esbozo del plan de construcciones que preconizamos para el país.

1.—*Plan General de Electrificación.*

Conocido es el proceso de agrupación en la industria eléctrica, realizado en los países de industrialización más avanzada, proceso que se ha efectuado, ya sea por la acción directa o indirecta del Estado, o bien, por la industria privada, una de cuya manifestación más característica ha sido el desarrollo de las «Holding Companies» en EE. UU. de N. A.

Esta agrupación ha permitido la absorción de las pequeñas Compañías de Servicio Público por otras más poderosas, con los consiguientes beneficios inherentes a la racionalización de toda industria, más otros, característicos de la industria eléctrica, que han llevado a estos servicios al alto grado de eficiencia que actualmente presentan en países como Suiza, Gran Bretaña, Alemania, EE. UU. de N. A., Irlanda, U. R. S. S., etc.

Esta agrupación ha sido posible en primer lugar por los progresos de la técnica,

que han permitido la trasmisión de energía a grandes distancias y altas tensiones; llegándose a distancias de 500 a 600 Kms. (1) y voltajes hasta 280,000 Volt.

Gracias a esta trasmisión a gran distancia se ha podido aprovechar recursos hidráulicos alejados de los centros poblados, e interconectar sistemas de producción y distribución esparcidos en una gran área, lo que ha traído como consecuencia la paralización de centrales productoras ineficientes, y las múltiples ventajas que enumeramos y analizamos en detalle más adelante, las cuales, repetimos, se basan en la «máxima interconexión y centralización de los sistemas locales compatible con la economía», hecho que constituye la última etapa a que se ha llegado en el desarrollo de estos servicios de utilidad pública.

Hechas las consideraciones anteriores se ve la necesidad de estudiar un plan que contemple en conjunto la electrificación del país y que en forma general podría brevemente resumirse como sigue:

1.° Construcción de centrales térmicas en los puntos de extracción del carbón, o centrales de boca mina, con el abaratamiento consiguiente en su explotación debido a la supresión del transporte del carbón, y al aprovechamiento de calidades inferiores del mismo, que no soportarían ningún costo de transporte, como puede hacerse en forma eficiente en centrales modernas.

2.° Construcción de otras centrales térmicas en algunos puntos de la costa, en la región central y norte del país, como complemento de las centrales hidroeléctricas y del sistema general.

3.° Aprovechamiento racional de los recursos hidráulicos a fin de obtener los costos mínimos por kilowatt instalado, sin perjudicar los futuros desarrollos, armonizando la producción de energía eléctrica con otras obras públicas, como son las de regadío, regularización de ríos, agua potable etc., y sin perder de vista la posibilidad de atender zonas en que deba fomentarse el consumo de energía eléctrica.

4.° Construcción de líneas primarias de transporte de energía y de sub-estaciones, para entregar la energía producida a las Empresas distribuidoras y en especial la interconexión de las centrales por medio de estas líneas, con las ventajas técnicas indiscutibles a esta interconexión, más la posibilidad de atravesar zonas que en otra forma verían retrasada su electrificación por muchos años.

5.° Organización general de la producción, transporte y venta al por mayor de la energía eléctrica, con una dirección centralizada que reemplace a las «Holding Companies», en lo que corresponde al desarrollo técnico y eficiente de los sistemas eléctricos.

6.° Distribución de la energía eléctrica a los consumidores, que podría hacerse por medio de entidades privadas o municipales, controladas y con tarifas reguladas por el Estado.

---

(1) Transactions, A. I. E. E., año 1928, pág. 387. Describe experimentos para transmitir a 1000 Kms. entre Muscle Shoals en Alabama y Raleigh en Carolina del Norte. Actualmente se ensaya en grande escala General Electric Schenectady, la trasmisión con corriente continua a alto voltaje, lo que permitirá extender aún más dislastancias de transmisión.

2.—*Ventajas del desarrollo de un plan General de Electrificación.*

El proveer al suministro de energía de un país siguiendo un plan como el indicado se traduce de inmediato en las siguientes ventajas, como se ve estudiando lo realizado en otros países, o bien verificando los cálculos correspondientes a casos concretos. Para nuestro estudio agruparemos las ventajas en 3 categorías:

A) Reducción del capital invertido en Centrales y Líneas.

B) Reducción del costo de producción del Kilowatt-hora.

C) Ventajas de otro orden.

A) REDUCCIÓN DEL CAPITAL INVERTIDO EN CENTRALES Y LÍNEAS

Como se ha establecido, la industria eléctrica se encuentra entre las que requieren una gran capitalización, y en que el capital inmovilizado, cuya distribución puede estimarse como se indica en el Gráfico IV, alcanza, aún para nuestras necesidades modestas a sumas apreciables.

Toda reducción en las inversiones que se consiga, representará el ahorro para el país de ingentes sumas que pueden dedicarse a mover otras actividades.

Esta reducción del capital invertido se deberá a los siguientes hechos fundamentales:

a) Posibilidad de obtener un menor costo por Kw. instalado, a medida que aumenta el tamaño de las instalaciones, como se comprueba en los grandes proyectos modernos, suprimiendo instalaciones pequeñas, costosas e ineficientes.

Lo anterior puede verse para Centrales de vapor en el gráfico V, que se da como dato ilustrativo, y en que los costos no corresponden a los costos actuales, que son más reducidos. Del gráfico, que es representativo, se deduce que en general no convendrá ir a Centrales Térmicas de menos de 20 000 Kw.

Para Centrales Hidroeléctricas, las condiciones varían mucho, sin embargo para casos concretos o similares pueden obtenerse curvas semejantes que en general muestran que el costo por Kw. instalado sube rápidamente para potencias menores que 5 000 Kw.

b) Supresión de inversiones inconsultas por parte de intereses locales o privados.

Continuamente puede observarse, en el proceso de agrupación de la industria eléctrica, que muchas plantas locales que han representado grandes sacrificios, y que aun estan en buenas condiciones físicas de servicio, quedan abandonadas por inadecuadas (1). Lo anterior puede verse en otros países o en el nuestro con el agravante para nosotros que estas construcciones han representado salida de capitales del país, por ítems como importación de maquinarias etc.

En el caso de Plantas Hidroeléctricas, la instalación de una pequeña planta local

(1) O sea depreciadas funcionalmente.

Política eléctrica chilena.

Gráfico Nº IV.

Distribución del capital en la industria eléctrica.
(Datos del Electrical World para EE. U.U. de N.A. Marzo 1935)

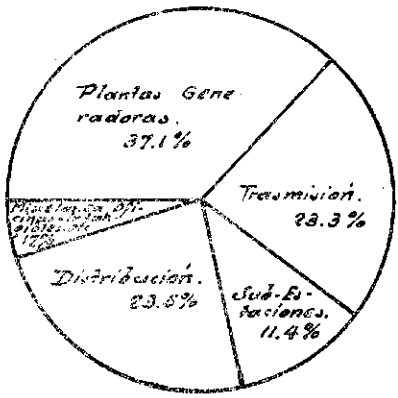
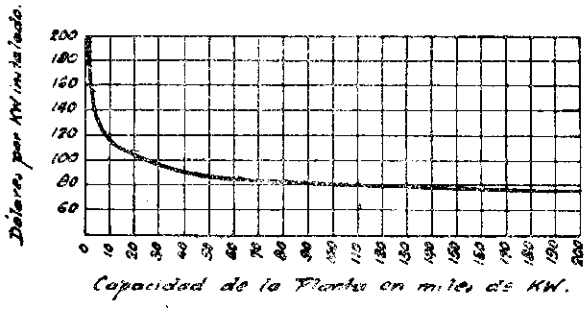


Gráfico Nº V.

Costo estimado para Centrales de vapor.



puede entorpecer el desarrollo futuro de la corriente de agua o encarecer los costos unitarios de las nuevas centrales (1).

c) Disminución de las instalaciones de reserva que quedan inactivas durante la mayor parte del tiempo, mediante la interconexión de las centrales del sistema.

Lo anterior aparece claro al considerar un sistema de centrales hidráulicas que tengan por ejemplo una central térmica de reserva. En ciertos casos de centrales hidroeléctricas, se ha llegado a eliminar por completo la reserva térmica, y en grupos de centrales térmicas puede aprovecharse la reserva de una de ellas para todas.

Leyendo las monografías sobre la «agrupación» y el progreso de la interconexión en algunos sistemas, se encuentran casos en que estas interconexiones, aun hechas en condiciones de emergencias para salvar situaciones producidas por accidentes, han salvado situaciones muy difíciles a industrias y poblaciones, evitándose la construcción de nuevas plantas (2).

d) Posibilidad de extender los servicios a zonas nuevas, con líneas de penetración o fomento, que toman pocos consumos en los comienzos, sin necesidad de instalar centrales desde un principio, en dichas zonas, posponiendo la construcción de ellas, hasta que las existentes estén a plena carga.

Este carácter de líneas de penetración correspondería desde luego, entre nosotros, a cualquier línea que imaginemos entre nuestras ciudades más importantes, tal como lo fué la línea entre Santiago y Valparaíso (3), y lo serían por ejemplo entre Chillán y Concepción, Temuco y Valdivia, etc.

A fin de que no nos sintamos inclinados a creer que tales líneas no se justificarían debido a la baja densidad de consumos por Km^2., podemos recordar una línea construída (1927) y en servicio en el Sur de los EE. UU., zona cuya industrialización se considera muy reciente.

Dicha línea, de 110 000 Volt cuyo costo de primera instalación se redujo a un mínimo, empleando postación de madera, tiene un largo de 360 Kms. y su carga en el primer tiempo era de sólo 12 000 Kw. distribuídos en 8 centros, lo cual no daba una densidad de consumos que aparentemente la justificará. Sin embargo, en el primer año de servicio ya aumentó su carga en 2 000 Kw.

Demás está decir que la mantención de estas líneas se reduce a un mínimo, incorporando en su proyecto diversos dispositivos de control de operación automática a distancia de los interruptores y sub-estaciones.

e) Posibilidad de aprovechar la diversidad entre las horas en que se producen los máximos de demanda entre las poblaciones interconectadas, ya sea por diferencias de costumbres o de actividades.

f) Posibilidad de emplear los generadores de reserva, tanto en las centrales

---

(1) Como ejemplo del caso anterior puede citarse el caso de una planta en Suecia, situada entre dos lagos, la cual fué expropiada con el objeto de desarrollar al máximo la caída disponible. Otro tanto sucedería por ejemplo entre nosotros si se aprovechase el Salto del Pilmaiquén.

(2) Transactions of. A. I. E. E.—Interconection in Southersten States, 1928. Como ejemplo notable de líneas de interconexión puede citarse la «British Gride, completada en su primera etapa en abril de 1934.

(3) Esta línea se construyó con el objeto primordial de suministrar energía eléctrica a los Ferrocarriles, pero tuvo además el carácter de línea de penetración o de fomento.

hidro o termo-eléctricas, como condensadores síncronos para compensar el bajo factor de potencia.

Debe considerarse que cuando los sistemas crecen es indispensable instalar estas unidades, cuyo costo es elevado, a fin de obtener una regulación de voltaje que quede entre los límites que fijan los reglamentos y las condiciones de un buen servicio (1).

B) REDUCCIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN DEL KILOWATT-HORA

Analizaremos aquí sólo los que son característicos de la centralización de la industria eléctrica, y no los inherentes a la centralización de toda industria, que son de todos conocidos, como la unificación de compras, el disponer de un cuerpo técnico seleccionado, disminución de los gastos de administración, etc. Podremos enumerar las siguientes ventajas:

a) Mayor eficiencia de las grandes centrales, en especial de las térmicas, a la que se llega aplicando los refinamientos de la técnica, y que permite aprovechar en mejor forma el combustible empleado.

Esta eficiencia llega hasta obtener un consumo de 3 800 a 4 000 calorías por Kilowatt-hora generado en el tablero, descontando la energía tomada por las máquinas auxiliares (2). Esta eficiencia es posible gracias al empleo de altas presiones y temperaturas y de sistemas complicados que permiten el uso del ciclo regenerativo, y en el cual el conjunto de la Central forma un todo orgánico, por decirlo así, y en el que deben considerarse el funcionamiento y rendimiento combinados del hogar con sus paredes de chaquetas de agua, precalentador de agua de alimentación, precalentador de aire, refrigeración del aceite de los descansos, recuperación de calor al ventilar los generadores eléctricos etc., y sus múltiples complicaciones.

Naturalmente, los estudios y la operación de una planta como la anterior sólo puede hacerse en condiciones económicas y eficientes por una gran organización que cuente con el personal técnico preparado para ello.

En un sistema con Centrales Hidroeléctricas y líneas de Transmisión, también es de importancia el alto rendimiento de estas instalaciones, ya que la parte utilizable en el punto de consumo de la energía total de la caída de agua es del orden del 50 a 60%, y mejora con el tamaño, llegándose, en las grandes unidades, a valores de 94% en las turbinas hidráulicas, 97% en los generadores y 99% en los transformadores.

b) Posibilidad de operar, gracias a la interconexión de las centrales, las plantas de mayor eficiencia y más económicas en su operación para que funcionen permanentemente como plantas bases, dejando las de menor eficiencia para atender los consumos en las horas de los máximos de demanda.

c) Mejor aprovechamiento de las plantas hidroeléctricas existentes o que se construyan. En efecto, estas plantas pueden clasificarse en general en plantas con almacenamiento de agua, y plantas sin almacenamiento. Es evidente la ventaja de aprovechar todo el gasto de agua en las plantas sin almacenamiento y reservar el agua

(1) La Compañía General de Electricidad Industrial se encuentra en este caso en algunas de sus líneas.

(2) En sistemas combinados con extracción de vapor para calefacción industrial se ha llegado a 2,250 calorías por Kwhora, (10,000 Bt.u por Kwhora), o sea se obtienen rendimientos parecidos a los de las máquinas Diesel, y al ciclo de vapor de mercurio.

de las provistas con embalses o lagunas para la época de escasez de agua. Esto sólo es posible en un gran sistema con interconexiones entre las Centrales.

El prudente manejo de las cargas en las Centrales Hidroeléctricas del sistema, el cual está a cargo de un «Despachador de Carga Eléctrica», permite además operar las Centrales Térmicas en la vecindad del punto de máximo rendimiento.

El estudio anticipado del consumo de energía previsto, de las precipitaciones de lluvia, de los regímenes de las corrientes de agua, y de los niveles en los embalses y lagunas, permite realizar fuertes economías en la operación de un sistema eléctrico, como puede verse no sólo en teoría, sino también examinando los resultados de explotación de sistemas existentes (1).

En nuestro país este punto es de importancia especial si se consideran los diferentes regímenes de los ríos a lo largo del territorio.

d) La posibilidad ya dicha de combinar consumos que se producen a horas, días y épocas de año diferentes, que en la explotación se traduce en un trabajo de las máquinas con carga más uniforme y que se acerque a los puntos de mejor rendimiento.

e) Mayor continuidad de servicio debido a la interconexión y a la mejor técnica que puede emplearse en las instalaciones, lo que evita interrupciones en el suministro de energía, las que se traducen en fuertes pérdidas de dinero.

C) VENTAJAS DE OTRO ORDEN

Las ventajas de un plan general de electrificación como el indicado, considerado desde un aspecto más general o nacional, pueden resumirse como sigue:

a) Eliminación del capital innecesario en centrales y líneas, que como se dijo son obras que requieren una fuerte capitalización. Este hecho representa una economía apreciable, y más si se considera que un porcentaje elevado de este capital debe salir del país.

b) Economía para los habitantes del país, gracias al abaratamiento de la energía, sobre la suma que anualmente pagan en energía eléctrica, suma que con los consumos actuales es del orden de los $ 150 000 000, anuales, y sobre la cual podría hacerse una reducción paulatina, quedando un saldo disponible para mover otras actividades.

c) Empleo más racional de nuestras reservas de combustibles, carbón y maderas, gracias al mejor aprovechamiento de éstos en grandes centrales modernas y al desarrollo metódico de los recursos hidráulicos.

d) Reserva de los recursos hidráulicos a base de un aprovechamiento más racional y completo.

e) Posibilidad de desarrollar un plan de conjunto de centrales hidroeléctricas, combinado con el estudio de embalses para regulación de los ríos, ya se hagan estos con fines de abastecimiento de agua potable, regadío o navegabilidad.

f) Posibilidad de construir líneas de penetración o de fomento que sirvan para abastecer consumos, en zonas de porvenir industrial o agrícola; e influencia en la descentralización de las poblaciones.

g) Fomento industrial y creación de riqueza consiguiente, que será motivo de un estudio especial más adelante.

---

(1) Tansactions. A. I. E. E., 1928.

h) Posibilidad de electrificaciones ferroviarias, siempre que el abaratamiento de a explotación lo justifique, tanto en líneas principales, como líneas secundarias e interurbanas.

3. - *Necesidad de armonizar el plan de electrificación con otras obras públicas, especialmente hidráulicas.*

Este punto, enunciado antes, es de especial importancia, ya que, predomina entre nosotros la generación hidroeléctrica, con una proporción de 68% en plantas hidroeléctricas, contra 32% en termo-eléctricas, proporción que se mantendrá seguramente en el futuro; y sabido es que gran parte del costo de aquellas corresponde a las obras hidráulicas.

Si estas, por consiguiente, se hacen en conjunto con obras de agua potable, regulación de ríos, regadío, el costo de las obras hidráulicas se repartirá entre ambas obras, o bien puede obtenerse la energía eléctrica como un sub-producto. En general se acepta que la construcción de grandes embalses artificiales, no se justifica para el solo fin de producir energía eléctrica, pero sí para otros fines como los mencionados.

Podemos recordar el caso de las obras de abastecimiento de agua para Santiago, en las cuales, debido a la época en que se construyeron, se dejó a un lado la producción accesoria de energía, lo que seguramente no se habría aceptado en estos días.

Tendríamos innumerables ejemplos que citar. Como uno en que se ha procedido en forma contraria, tenemos el caso de la Central construída en Iquique, aprovechando la cañería de agua potable. Casos como éste, aunque corresponden a Centrales pequeñas, forman centrales auxiliares para el caso de un sistema general de electrificación.

CAPITULO III

CONSUMOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Introducción.—*A*. Consumos que satisfacen el bienestar y la comodidad del individuo y de la Sociedad.—1. Generalidades.—2. Consumos residenciales.—3. Consumos comerciales.—4. Consumos de alumbrado público.—*B*. Consumos que estimulan el desarrollo económico del país.—5. Generalidades.—6. El consumo rural.—7. El consumo de la inudstria extractiva.—8. El consumo de la industria manufacturera.—9. El consumo de la industria electro-metalúrgica y electro-química.

INTRODUCCIÓN

Hemos esbozado ya las bases técnicas y económicas del problema eléctrico y hemos analizado también el camino que la técnica moderna y la experiencia de la industria eléctrica mundial nos señalan para resolver en forma racional el importante problema de dotar a nuestro país de la fuerza motriz que necesita para su desarrollo futuro.

Entramos ahora a considerar el problema tratando de ver las espectativas de desenvolvimiento que pueden presentarse y examinando si conviene o no, en nuestro país, la realización de las ideas generales ya enunciadas.

No se puede sólo considerar las posibilidades de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica. Es necesario también tomar en cuenta las espectativas de consumo que esa energía, así generada y distribuída, pueda tener.

Se trata de un aspecto delicado del problema, que es imprescindible abordar dejando a un lado muchos prejuicios y conceptos preestablecidos, para analizarlo con claridad y justicia.

Bien sabido es que los consumos de energía eléctrica se dividen en dos grandes grupos: aquéllos que satisfacen directamente el bienestar y la comodidad del individuo y de la sociedad y aquellos que propenden al desarrollo económico del país. Son los primeros, el alumbrado, la calefacción, y los que se producen en los artefactos que ayudan a la limpieza, al agrado familiar y a los quehaceres de la familia; los segundos están constituídos por el aprovechamiento de la electricidad como agente de producción, ya sea como fuerza motriz o como energía térmica o química.

Veremos separadamente estos dos grupos cuya importancia es grande en cada uno de los dos aspectos que los caracterizan.

A) CONSUMOS QUE SATISFACEN EL BIENESTAR Y LA COMODIDAD DEL INDIVIDUO Y DE LA SOCIEDAD

1. *Generalidades.*—Se pueden incluir en este grupo, como hemos dicho, todos los consumos de alumbrado y de artefactos eléctricos y, aún, desde ciertos aspectos, po-

drían también contarse en él el de los ferrocarriles electrificados y el consumo rural; sin embargo, consideraremos estos últimos como pertenecientes al segundo grupo, ya que su influencia como factor de progreso es mucho mayor que la que tienen como factor de bienestar.

Pasaremos entonces a hacer algunas consideraciones sobre estos consumos, clasificándolos, al respecto, en residenciales, comerciales y de alumbrado público.

2.—*Consumos residenciales.*

El consumo residencial está poco desarrollado en Chile. En las ciudades del país, tal vez con la única excepción de Santiago, el porcentaje de servicios domiciliarios es bajo en relación con el número de casas de las poblaciones. Esta circunstancia se suma a la oferta restringida de energía y a la ausencia de artefactos eléctricos y del uso de la electricidad en ellos, y hace que el consumo residencial sea escaso.

Cabe preguntarse ahora cuál sería el desarrollo que este consumo podría tener al reducirse el precio y al aumentar la oferta de la energía.

Podemos, desde luego, darnos cuenta de que él tiene dos formas simultáneas de crecimiento: el aumento del número de consumidores y el aumento del consumo por consumidor.

Como hemos visto, la primera de estas posibilidades tiene un gran campo de desarrollo en Chile. Son muchas las habitaciones que, aún en ciudades importantes, no emplean el alumbrado eléctrico y son muchos los pueblos a los cuales no ha llegado aún la energía eléctrica.

Por otro lado, hemos visto ya cuál es el consumo total por habitante al año en nuestro país. Recordemos que él es de 60 Kwth. y comparémoslo con la cifra de 563 Kwth. que las estadísticas de Estados Unidos de N. A. indican como consumo anual por habitante y que hemos indicado en el capítulo I. Comparémoslo todavía con el consumo residencial de Estados Unidos de N. A que, por sí solo, es superior a él, pues alcanza a 96 Kwth. por habitante al año (1).

No era necesario indicar nuevamente estas cifras aquí, pues ya habíamos visto el enorme atraso del consumo eléctrico en Chile.

El desarrollo de estos consumos puede ser muy grande. Es necesario considerar el empleo de artefactos eléctricos que son una ayuda para el hogar, que constituyen un factor de bienestar y cuyo empleo, prácticamente, no se conoce en el país.

En un estudio aparecido en el Electrical World (2), el señor E. A. Graham de la Servel Corporation de Nueva York, analiza en forma detallada el posible fomento del alumbrado residencial. Según este artículo, el consumo por consumidor residencial, que era de 365 Kwth. al año, podría alcanzar, con la electrificación de las habitaciones, a la cifra de 5 754 Kwths. al año.

Para llegar a esta cifra, se hace un estudio detallado de los diferentes consumos residenciales, llegando a establecer el siguiente cuadro:

---

(1) En 1933 se consumieron 11 960 millones de Kwths. en servicio residencial. Atendiendo a la población de 124 millones de habitantes, se llega a la cifra indicada de 96 Kwths.—Electrical World. Enero de 1935.

(2) Electrical World, abril 9 de 1927.

CUADRO XIX

POSIBILIDADES DE CONSUMO RESIDENCIAL

Alumbrado.....	36 Kwths. mensuales
Aplicaciones domésticas.....	24 Kwths. mensuales
Refrigeración	80 Kwths. mensuales
Calefacción y cocina.....	339.5 Kwths. mensuales
	479.5 Kwths. mensuales

El Weir Repport, informe que sirvió de base en Inglaterra, en 1926, para la creación del Central Electricity Board (1), estudia los incrementos posibles del consumo residencial y llega a la conclusión de que éste, que era de 1 100 millones de Kwths. al año en 1925, alcanzaría, en 1945, a 20 000 millones de Kwths. al año. Para esta fecha prevee una población de 50 millones de habitantes y, en consecuencia, supone un consumo residencial de 400 Kwths. por habitante al año.

No esperamos que los ejemplos anteriores puedan aplicarse a Chile, sin muchas salvedades y modificaciones. Comprendemos que, en ellos, se trata de países de muy distinta cultura y de normas de vida muy diferentes; pero hemos querido sólo argumentar que existe un campo de desarrollo en esta clase de consumos.

Se trata aquí de consumos que, en su mayoría, se producen a las horas en que las Centrales tienen su máximo de carga (consumos de punta) y, por consiguiente, su precio deberá ser siempre mayor que el de otras clases de consumos. Pero es necesario no perder de vista que el empleo a domicilio de la electricidad es prohibitivo para la gente de escasos recursos, Si se puede obtener una disminución en los costos de producción, el consumo residencial puede tener un apreciable incremento y extender su beneficiosa influencia a un mayor sector de la población.

No pretendemos, naturalmente, argumentar el error tan corriente de que el consumo doméstico es abusivamente caro; sabemos las dificultades que representa el negocio eléctrico, especialmente en la distribución de energía, y comprendemos y aceptamos que este consumo pague la cuota elevada de los gastos de la Empresa que le corresponde de acuerdo con los modernos principios de tarificación; pero creemos que es posible reducir esos gastos y, en consecuencia, reducir el precio del consumo residencial; creemos también que se podría hacer llegar la energía eléctrica a los hogares modestos mediante una tarificación que favorezca económicamente al pequeño consumo.

Más adelante se estudiará en detalle la influencia social del empleo de la energía eléctrica. Bástenos, por el momento, hacer notar, que ella es grande y que contribuye a mejorar el standard de vida y, en consecuencia, el poder consumidor. Este aumento del poder consumidor aumentará a su vez la riqueza del país y abrirá campo a consumos de energía eléctrica de otro orden que mejorarán el factor de carga de las instalaciones. Ello conduce a un abaratamiento general del costo del Kwth. y, por consiguien-

(1) Weir Repport, 1926—Sección 14.

te, las entidades distribuidoras se verán retribuídas, indirectamente, del aparente sacrificio que, a primera vista, parece ser la reducción del precio a los pequeños consumos.

3.—*Consumos comerciales.*

El consumo comercial no tiene una relación directa con el precio de costo del Kwth. ni con las tarifas e instalaciones de fomento. Son muy pocos los locales de comercio de alguna mínima importancia que no hagan uso de la energía eléctrica para su alumbrado.

Sin embargo, no es posible desconocer que, al aumentar el consumo eléctrico en general, y al aumentar, por consiguiente, el poder productor y el poder consumidor del país, el alumbrado para locales comerciales se verá incrementado también considerablemente.

4.—*Consumos de alumbrado público.*

Es éste un consumo cuyo desarrollo, en forma análoga a la del consumo comercial, se verá incrementado en gran parte sólo indirectamente al solucionar en forma racional el problema eléctrico.

A nadie, que haya recorrido las ciudades del país, escapa la forma deficiente de alumbrado público que tienen gran parte de ellas, y a nadie escapa tampoco la enorme influencia que él ejerce sobre el ornato y la seguridad de las poblaciones.

La energía abundante y a bajo precio permitiría a las Municipalidades mejorar el alumbrado público dentro de sus actuales presupuestos y el resurgimiento general que creemos inherente a la solución del problema en estudio permitiría aumentar esos presupuestos y destinar mayores fondos al alumbrado de pueblos y ciudades.

B) CONSUMOS QUE ESTIMULAN EL DESARROLLO ECONÓMICO DEL PAÍS

5.—*Generalidades.*

Forman parte de este grupo los consumos que aprovechan la energía eléctrica como agente de producción y se pueden clasificar en consumos rurales, industriales y de transporte.

Al abordar el estudio del problema eléctrico, nos ha guiado el deseo de cooperar al desenvolvimiento y a la prosperidad del país. Estamos convencidos de que la única forma de solucionar, de manera sólida y definitiva, nuestros problemas, es encarando, con resolución y energía, el mejoramiento físico e intelectual de nuestra raza y el incremento de nuestra capacidad productora y de nuestro poder consumidor y consideramos que, al estudiar las posibilidades de contar con energía eléctrica adecuada, hacemos uso de nuestros conocimientos en bien del aumento de nuestros medios de producción y de consumo.

El adelanto industrial de Chile ha experimentado en los últimos años un gran avance y está demostrando la potencialidad que encerramos en lo que se refiere a la obtención de materias primas y a la elaboración de esas mismas. Estamos acostumbrados a decir o a oír decir que vivimos en un país pobre. Esto sólo es efectivo en lo que se refiere a los capitales. Vivimos en un país pobre de dinero pero rico en posibilidades de

creación de riqueza, la que mediante iniciativas tenaces y basadas en los adelantos de la técnica, debieran hacer posible salir de la estrechez en que hoy nos debatimos.

Tenemos minerales abundantes y bosques espesos; suelos aptos para la agricultura y para la ganadería y nuestras costas son capaces de proporcionarnos las más variadas especies de peces.

Nos faltan sólo los elementos de trabajo y la educación de nuestra raza hacia el esfuerzo y hacia la iniciativa.

Creemos sinceramente que el desarrollo de la industria eléctrica es un factor preponderante de progreso, tanto social como económico; pero, sin duda alguna, no es éste el único. Hay muchos otros problemas, por resolver, simultáneamente con él y, ya que tratamos ahora de los consumos que propenden al desarrollo económico del país, permítasenos indicar como problemas coexistentes con el que estamos estudiando, el del transporte económico y eficiente y el de la mano de obra consciente y de gran rendimiento.

La energía eléctrica constituye un elemento indispensable al desarrollo de la industria; pero, si bien ésta se encuentra ahogada en Chile por falta de fuerza motriz abundante y barata, sufre también un retado en su desarrollo debido a las altas tarifas de transporte marítimo, a la falta de elementos adecuados para el transporte de carga de carácter especial y a la carencia de obreros concientes y escrupulosos en su trabajo.

Nosotros tratamos ahora el punto relacionado con la fuerza motriz. ¡Ojalá que las otras deficiencias anotadas sean estudiadas también con el ánimo de precisarlas y de encontrar modo de solucionarlas!

6.—*El consumo rural.*

Este consumo comprende el empleo de alumbrado y fuerza motriz en las casas de campo y establecimientos anexos.

En todos los países en que la línea de transmisión y distribución se ha generalizado en el territorio, se le ha visto pronto crecer en forma inesperada. En nuestro país tenemos también ejemplos de su desarrollo en la zona que se extiende desde el Norte de Santiago hasta San Fernando. Existen en ella líneas rurales de distribución que abastecen el servicio de los campos.

La mayor parte de nuestros agricultores no disponen actualmente de otra fuente de fuerza motriz que el locomóvil a vapor y de otra fuente de alumbrado eléctrico que el pequeño grupo termogenerador; sólo hacen excepción los que poseen pequeñas turbinas o ruedas hidráulicas, que son caras, ineficientes y que consumen en muchos casos agua necesaria para el regadío.

Las facilidades que proporciona una línea de transmisión hacen posible el uso de la energía eléctrica para moler granos, para ensilar, para almacenar agua, para la elaboración del vino, etc., y esas facilidades son apreciadas por el agricultor, como hemos visto por el ejemplo antes citado.

Desde este punto de vista, la distribución abundante de energía conduce a un perfeccionamiento en la parte industrial de la agricultura y facilita, al mismo tiempo, la subdivisión de la propiedad.

Hemos recordado el desarrollo que ha tenido en Chile el consumo rural, en las

zonas en que ha habido posibilidad de abastecerlo. Podemos agregar a esto algunos datos de Estados Unidos de N. A. que citamos sólo en carácter informativo, sin pretender hacer comparaciones, pero con el ánimo de mostrar como puede desarrollarse la electrificación de los predios agrícolas con una política de fomento bien dirigida.

En un folleto editado por el Committee on the Relation of Electricity to Agriculture de Chicago (1) se puede leer lo siguiente:

«El problema de interconexión llevado a cabo durante los últimos cinco años por la industria eléctrica ha acercado considerablemente la posibilidad del servicio eléctrico en el predio agrícola».

«Este país está literalmente cubierto con líneas de transmisión y distribución. Hay pocas regiones agrícolas importantes lejos del alcance del servicio eléctrico».

Este mismo folleto indica que un estudio hecho por el Rural Electric Service Committe, de la National Electric Light Association, ha llegado a la conclusión de que, al 1.° de Enero de 1927, había 227 442 predios agrícolas que, en 27 Estados de la Unión, tomaban servicio eléctrico y hace notar que estos significa un aumento de 86% para los mismos 27 Estados considerados el 1.° de enero de 1924. Deduce de aquí, que, a principios de 1927, había 300 mil a 350 mil predios agrícolas en Estados Unidos de N. A. que gozaban del servicio eléctrico.

Estos datos concuerdan con el siguiente cuadro tomado del Electrical World (2) y que demuestra como el consumo rural aumentó gradualmente en Estados Unidos de N. A. durante los años de crisis, a pesar de que todos los demás consumos disminuyeron durante ese año.

CUADRO XX

CRECIMIENTO DE LA ELECTRIFICACIÓN RURAL EN ESTADOS UNIDOS

Año:	*Número total de predios*	*Predios electrificados (Diciembre 31)*	*Por ciento del total*
1900	5 737 372		
1910	6 361 502		
1920	6 448 343	(No hay datos)	
1921	.....		
1922	.....		
1923	.....	177 561	2.8
1924	.....	204 780	3.2
1925	6 371 640	246 150	3.9
1926	.....	309 125	4.9
1927	.....	393 221	6.2
1928	.....	506 242	8.0
1929	.....	576 168	9.2
1930	6 288 648	649 919	10.4
1931	.....	698 786	11.1
1932	.....	709 449	11.3
1933	.....	713 558	11.4
1934	.....	731 675	11.6

(1) C. R. E. A. Bulletin.—Volumen IV—N.° 1—Enero 30/1928—Chicago, pag. 7.
(2) Electrical World, enero 5 de 1935.

7.—Consumo en las industrias extractivas.

Este grupo de industrias se caracteriza porque para él, como para la industria manufacturera, la energía eléctrica es sólo un auxiliar de la producción, en contraposición a las industrias electro-metalúrgicas y electro-químicas que utilizan la energía eléctrica como un factor esencial que puede asimilarse a una materia prima.

Los minerales que Chile posee son de leyes medias relativamente bajas, lo que hace que, en general, la forma económica de explotarlos es la de grandes plantas que trabajen un gran tonelaje de material. Estas Plantas requieren gran cantidad de energía para su proceso de extracción, molienda y transporte.

Recordemos que, en el período 1927-1928, las Empresas cupríferas de Chuquicamata, Potrerillos y El Teniente y la Planta salitrera de María Elena contribuyeron con 160 a 170 Kwths. al consumo total de 240 Kwths., por habitante al año y que, dada la población de 4 millones doscientos mil habitantes, en números redondos, que tenía el país en esa época, representa un consumo de 680 millones de Kwths. al año. Esta cifra es casi tres y media veces la del consumo de Empresas de Servicio Público, que alcanzó a 200 millones de Kwths.

No se puede establecer cifras concretas respecto al porcentaje que la fuerza motriz representa en los costos de explotación de la industria minera, por la ausencia que existe de estadísticas al respecto, Sólo podemos tomar como guía, para formarnos un criterio, los datos que se refieren a la industria carbonífera y a la industria del cobre, para los cuales se tiene, en el año 1933, las siguientes cifras (1):

CUADRO XXI

PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE ENERGÍA EN LAS INDUSTRIAS DEL COBRE Y DEL CARBÓN

	Valor producción m/c.	*Kwths. consumidos*
Industria carbonífera	$ 61 532 459	21 243 548
Industria del cobre	262 193 979	402 355 519
Total	$ 323 726 438	423 599 067

En las sumas indicadas para la industria del cobre, está tomada en cuenta la producción de cobre electrolítico que habría que deducir para obtener la que se refiere a la minería propiamente tal. Esa producción fué de 58 455 814 Kgs. Por otro lado, el consumo de energía eléctrica por tonelada de cobre electrolítico es de 600 Kwths. aproximadamente (2), lo que daría un consumo total en el proceso electrolítico de 35 073 488 Kwths. No conocemos el costo total de fabricación del cobre electrolítico;

(1) Estadística anual de Minería e Industria. Dirección General de Estadística, Año 1933.

(2) «Aprovechamiento de energía eléctrica sobrante», Siemens y Halske A. G.

pero, como la mayor parte de él es el valor de la energía consumida, restaremos éste al valor de producción total antes indicado, avaluado a $ 0.10 por Kwth., o sea en $ 3 507 349 a falta de datos precisos y restaremos también esos 35 073 488 Kwhths. de la energía consumida por la industria. Tenemos así:

CUADRO XXII

PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE ENERGÍA EN LAS INDUSTRIAS DEL COBRE Y DEL CARBÓN DEDUCIDA LA FABRICACIÓN DE COBRE ELECTROLÍTICO.

	Valor producción m/c	*Kwths. consumidos*
Industria carbonífera	$ 61 532 459	21 243 548
Industria del cobre	258 686 630	367 282 031
Total	$ 320 219 089	388 525 579

Avaluando, como hemos dicho, el Kwth. a $ 0.10 moneda corriente, llegaremos a establecer el siguiente porcentaje del costo de la energía eléctrica en el costo total de producción:

CUADRO XXIII

COSTO DE LA ENERGÍA Y PORCENTAJE EN EL COSTO DE PRODUCCIÓN DE LAS INDUSTRIAS DEL COBRE Y DEL CARBÓN

	Costo de la energía	*Por ciento del valor de la producción*
Industria carbonífera	$ 2 124 355	3,5%
Industria del cobre	36 728 192	14 %
Total	$ 38 852 547	12,1%

Como el resto de la industria minera trabaja, sin duda alguna con menor eficiencia, en lo que se refiere a la producción de energía eléctrica, se puede adoptar para el total de ella el mismo porcentaje de 12% así establecido.

Hay que advertir que, en las plantas concentradoras de minerales (plantas de beneficio), el porcentaje anterior sube a un 18% según datos de la Caja de Crédito Minero.

Las Empresas Mineras emplean actualmente, en su mayoría, los motores Diesel para la producción de energía y consumen, en consecuencia, un combustible impor-

tado, en circunstancias que tenemos en Chile carbón en abundancia. Esos motores Diesel constituyen unidades pequeñas de plantas de reducida magnitud y, por ello, y por las dificultades de conservación, sólo pueden tener un rendimiento deficiente que se traduce en un costo elevado del Kwth. (no hablamos aquí, naturalmente, de las grandes Empresas mineras, como Chuquicamata o de las modernas Plantas para la elaboración del salitre).

La fuerza motriz que emplea la pequeña minería no procede prácticamente de la energía eléctrica. Pero, al tenerla en forma cómoda y sin gastos de primera instalación, pudiera también emplearla (1).

Si se dotara la zona minera de líneas de transmisión y distribución que le proporcionaran energía eléctrica generada en una Central moderna de grande o mediano tamaño, recibiría el impulso que sin duda debe darle la fuerza motriz constante y abundante, obtendida a menor precio que el que puede conseguirse en las centrales locales.

La distribución de energía en esa zona vendría también a solucionar otro problema de importancia y es el del capital de instalación, que, en otra forma, exige la fuerza motriz. Para obtenerla, bastaría sólo conectarse a la línea de distribución, pagando el consumo mensual, para hacer posible la construcción de la línea. En una palabra, lo que ahora significa capital invertido y, en consecuencia, dinero gastado con anterioridad a la producción, se transformaría en gastos de explotación, pagándose simultáneamente con la producción.

Se podrá tal vez objetar que el menor costo por Kwth. que se obtiene en una Planta moderna queda compensado por el encarecimiento que significan las pérdidas de transmisión y de distribución; pero, en realidad, ello no es efectivo pues queda siempre un saldo apreciable de economía. Esas pérdidas son del orden del 15 al 18%; mientras tanto, podemos hacer el siguiente cálculo: un motor Diesel, en las condiciones en que se encuentra en una faena minera, consume unos 350 gramos de petróleo por Kwth. que, a $ 600 la tonelada, son 24 centavos por Kwth. que, con el consumo de aceite, llega a 25 centavos por Kwth.; en cambio, en una Central térmica moderna, el consumo de carbón por Kwth. puede fácilmente bajar a 700 gramos (2) por Kwth. que, a $ 70 la tonelada (carboncillo), son 4.9 centavos por Kwth. En consecuencia, el rubro combustible, el más importante del costo de la generación térmica, se reduce en un 75%.

8.—*Consumo en las industrias manufactureras.*

La industria manufacturera emplea la fuerza motriz en menor escala que la industria extractiva. Para hacer cualquier cálculo que pretenda establecer el porcentaje que representa la energía en el costo de producción, se tropieza aquí con el mismo inconveniente de la falta de estadísticas precisas, ya señalado para la industria extractiva. Para determinar este porcentaje, en forma meramente ilustrativa, podemos basarnos en los datos establecidos en 1929 por el Departamento de Industrias Fabri-

(1) Cía. Minera Carlota en El Volcán y la mina La Patagua en La Ligua.

(2) Es una cifra prudente pues los consumos que se obtienen con grandes unidades son menores, como se verá más adelante.

les del Ministerio de Fomento (1) que indican que, en el año 1925por ejemplo, el costo de producción de la industria manufacturera fué de $ 1 020 millones y la potencia instalada en motores eléctricos ese mismo año, alcanzó a 82 000 HP, o sea 60 000 Kwts. Si suponemos un coeficiente de utilización de los motores eléctricos de un 18% (60% factor de demanda y 30% factor de carga), llegamos a un consumo anual de 95 millones de Kwths. que, avaluados a $ 0.10 por Kwth., da un total del valor de la energía eléctrica consumida, de 38 millones de pesos, o sea un 2.7% del costo total de producción.

En otros países se han hecho estudios detallados a este respecto y así, por ejemplo, en Estados Unidos de N. A. se ha llegado a establecer los siguientes porcentajes del costo de energía respecto al valor del producto elaborado (2):

CUADRO XXIV

PORCENTAJE DEL COSTO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA RESPECTO AL VALOR DEL PRODUCTO ELABORADO.

Industria	*Por ciento del costo de energía eléctrica consumida en el valor total del producto*
Piedra, Vidrios y Cerámica	10.9%
Química	8.1%
Fierro y acero	5.7%
Papel	2.4%
Maestranzas Ferrocarriles	2.4%
Metales excepto fierro	2.2%
Licores	1.8%
Textiles	1.3%
Alimentos	1.0%
Vehículos	1.0%
Madera	0.8%
Cueros	0.6%
Tabacos	0.2%
Varios	1.9%
Promedio para todas las industrias	2.8%

Vemos que el promedio dado por la estadística anterior concuerda exactamente con el dato obtenido para Chile más arriba.

Dada esta influencia pequeña del costo de energía en la industria manufacturera, él no tendrá, al disminuir, un efecto apreciable en el desarrollo de ésta; pero, es necesario no perder de vista que el poder disponer de energía sin necesidad de incurrir en gastos de primera instalación, facilitará el establecimiento de nuevas industrias.

Los mayores centros industriales manufactureros de Chile se encuentran en las ciudades de Santiago, Valparaíso, Concepción, Valdivia y en sus alrededores. No du-

(1) Monografía Industrial de Chile—Ministerio de Fomento—Departamento de Industrias Fabriles—1929.

(2) Electrical World. Vol. 92, N.° 10—8/IX/1926.

damos que son muchos los factores que han producido esa agrupación; pero no dudamos tampoco que uno de ellos ha sido el factor energía. En Santiago y Valparaíso se cuenta con un servicio seguro y en Concepción y Valdivia se tiene también un servicio eficiente y, además, el bajo costo del carbón o de la leña permite generar a menor precio su propia energía.

Si hubiera posibilidad de tener también un servicio seguro en otros puntos del territorio, se podría ubicar industrias en la zona adecuada desde el punto de vista de la materia prima y de otros factores de la producción y el consumo, sin tener que subordinar esa ubicación a la posibilidad de obtener fuerza motriz en condiciones convenientes.

9.—*Consumo de la industria electro-metalúrgica y electro-química.*

Hemos visto que, mientras en las industrias extractivas y manufactureras la energía eléctrica es un auxiliar de la producción, ella constituye, por decirlo así, una de las materias primas de las industrias electro-metalúrgicas y electro-químicas.

En esta clase de industrias la energía eléctrica es un ítem importante del costo industrial, pues su valor alcanza a un 15 a 20% del valor del producto elaborado. Además, la constancia del suministro es una condición indispensable pues toda interrupción acarrea casi siempre fuertes pérdidas y serias complicaciones

De lo anterior se desprende que no es posible el desarrollo de la industria electro-química o electro-metalúrgica si no se cuenta con energía eléctrica a bajo precio y de servicio seguro y constante.

Ahora bien, es inútil insistir sobre el porvenir que estas industrias pueden tener en Chile. Basta sólo recordar que nuestro suelo nos ofrece las materias primas más variadas para su establecimiento. Tenemos fierro, tenemos cobre, tenemos toda clase de minerales de donde obtener, por electrolisis o por otros procedimientos, los metales más usados. Tenemos también ricos yacimientos de sales que permiten la fabricación de productos de uso industrial.

Ya se ha visto la influencia que la fuerza motriz barata y segura puede tener en esta clase de industrias. Se fabrica actualmente en Chile soda cáustica por procedimiento electrolítico (1) y, dentro de poco, contaremos también con carburo de calcio nacional (2). Estas iniciativas han prosperado porque han nacido sobre la base de Centrales eléctricas de bajo costo de producción.

Existe aquí un porvenir industrial de grandes proporciones que sólo será posible si se aborda el problema eléctrico en forma racional y con amplitud de miras.

Para darse cuenta de ese porvenir, conviene indicar los productos que pueden obtenerse de la industria electroquímica, dadas las posibilidades de nuestro país. Estos productos se consignan en el siguiente cuadro según datos suministrados por el Departamento de Industrias Fabriles del Ministerio de Fomento.

---

(1) Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones

(2) Soc. Electro-Quím. Industr. Carena en La Pataguilla (cuesta de Barriga) y Gandarillas y Cía. en Los Andes.

CUADRO XXV

PRODUCTOS DE LA INDUSTRIA ELECTROQUÍMICA

Procedimientos electrolíticos:

1. Hidrógeno y oxígeno para usos industriales generales;
2. Soda cáustica;
3. Cloro y sus derivados;
4. Hidrógeno para endurecimiento e hidrogenación de grasas;
5. Albayalde usado en pinturas (pigmento blanco);
6. Carbonato de cobre y sulfato de cobre;
7. Agua oxigenada;
8. Vermellón (pigmento colorado);
9. Color verde de arsenito de cobre;
10. Color amarillo de cadmio;
11. Fabricación de resinatos, para barnices y colores;
12. Cloroformo para anestesia.
13. Cloral (Antisépticos);
14. Ozono, como medio de blanqueo y antiséptico;
15. Ferrocianuro de potasio;
16. Bicromato de potasio;
17. Permanganato de potasio;
18. Yodoformo;
19. Fósforo.

Aplicaciones de la electrolisis:

1. Galvanoplastía;
2. En la industria alcoholera para transformar los aldehídos en alcohol;
3. En la fabricación de almidones y féculas para separar el glúten y grasas que lo acompañan en la mayoría de los cereales;
4. En la fabricación del azúcar para precipitar materias pécticas y albuminoides
5. En tenería para acelerar los procedimientos de curtiduría.

Electrometalurgia: Se aplica a la obtención de los siguientes metales:

Magnesio
Litio
Sodio
Potasio
Calcio
Aluminio
Cobre
Plata
Oro

Zinc
Mercurio
Estaño
Plomo
Hierro
Bismuto
Níquel
Cobalto.

Electrotermia:

Carburo de Calcio
Carborundo, alundum (abrasivos)
Cianamida (abono calcáreo nitrogenado)
Cemento eléctrico (aluminoso).

Aplicaciones de la Electrosmosis:

En la industria cerámica
En la industria de la gelatina
En la industria de la glucosa
En la industria de productos coloidales.

Obtención de metales coloidales: Para medicina principalmente, (plata, oro, mercurio, etc.,) por medio del arco eléctrico.

Precipitación eléctrica de polvos: En suspensión fina y purificación de gases.

Soldadura eléctrica (fabricación de tubos, aparatos, maquinarias, etc.).

10.—*Consumo del regadío mecánico.*

En Chile son muchos los miles de hectáreas cuya utilización no es posible, a lo menos totalmente, por falta de agua que permita su regadío. Las zonas de rulo y las partes altas de los campos más arriba del nivel de los canales posibles pueden sólo cultivarse a base de las lluvias tan mal distribuídas en el año en la zona central del país. Agreguemos a ésto nuestra zona norte con su escasez de aguas superficiales y la posibilidad de la existencia de napas subterráneas y veremos la importancia que puede tener para nuestra agricultura el regadío artificial.

Ahora bien, sólo por medio de la energía eléctrica es posible desarrollar esta clase de regadío, el más económico si se dispone de esta energía en forma abundante y barata.

En nuestro país, esta posibilidad se hace especialmente atractiva debido al régimen glacial de nuestros ríos de la zona central y norte, con grandes creces de primavera y verano, precisamente cuando los consumos de energía eléctrica son menores. La abundancia de agua en esos períodos podría suministrar la energía eléctrica ne-

cesaria para que impulsara las bombas que elevarían el agua en las zonas medias e inferiores de los ríos. Así el regadío electromecánico constituiría un consumo especialmente importante para nuestras Centrales generadoras.

Al tratar este posible consumo, es necesario distinguir entre el regadío mecánico permanente y el regadío mecánico transitorio. El primero constituye un consumo estable, destinado al riego de siembras que exigen un cuidado continuo, año a año. En cambio el segundo, tiene carácter discontinuo y se relaciona especialmente con el problema de la reforestación del país.

Es un error pensar que sólo el sur del país puede ser un terreno propicio para la plantación de bosques. También en el centro de él, en las partes altas, más allá del límite económico de bombeo para cultivos agrícolas, se pueden formar bosques si se hace llegar el agua a ellos en los primeros años de su desarrollo. Esta posibilidad la ofrece el regadío mecánico y, en consecuencia, la energía eléctrica abundante y barata.

Podemos citar, como ejemplo, de desarrollo de este consumo, el caso de California en Estados Unidos de N. A. donde, en 1928, había 35 000 instalaciones de bombas de irrigación. Esta cifra, superior a la de todos los demás Estados tomados en conjunto, se explica por el avanzado desarrollo de la interconexión de Centrales eléctricas, interconexión que se justifica por la topografía, por los recursos hidráulicos y por la climatología de la región que, como sabemos, son factores muy similares a los de nuestro país (1).

(1) Transactions of the American Institute of Electrical Engineers. Año 1928.

CAPITULO IV

LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LOS SERVICIOS DE TRANSPORTE

Introducción.—1. La electrificación de un ferrocarril proporciona el consumo de base para una región.—2. La tendencia actual en otros países.—3. Los ferrocarriles electrificados en Chile.—4. Causas del desarrollo de la electrificación.—5. Posibilidad de nuevos trabajos de electrificación.—6. Tranvías urbanos y trolley buses.—7. Conclusión.

INTRODUCCIÓN

Las características especiales que presentan los consumos de energía en los servicios de transporte, nos obliga a estudiarlos por separado, limitándonos al estudio de los ferrocarriles electrificados y de las líneas de servicio de locomoción urbana.

1.—*La electrificación de un ferrocarril proporciona el consumo de base para una región.*

Un conjunto de ventajas ofrece la electrificación de una línea de ferrocarril; el cambio de sistema de tracción vendrá a significar un aumento de las entradas de la línea y una disminución de sus gastos de explotación. La proporción en que se presenten estos factores de economía frente al aumento de gastos que represente el servicio del capital que será necesario invertir en la electrificación, decidirán de la conveniencia de la transformación.

Todas las ventajas resultantes para un ferrocarril significan en último término un mejoramiento de sus servicios y por lo tanto son de interés para toda la región servida por él; hay además otro efecto de la electrificación que viene a influir más directamente en toda su zona de atracción, y es el que el consumo de energía que origina viene a ser un consumo de base que permitirá la electrificación regional.

Bastaría citar lo que ocurrió con la electrificación de la Primera Zona de los Ferrocarriles del Estado. El establecimiento de la línea primaria de alta tensión y de las subestaciones de transformación que exigió de la Compañía Chilena de Electricidad, habilitó a la Compañía para extender sus servicios a importantes grupos de industrias que por sí solos no habrían justificado el tendido de nuevas líneas.

Se obtuvo así como resultado secundario, la industrialización de dos provincias, al llevar las líneas de distribución a los nuevos centros de consumo de la Fábrica de Cemento del Melón en Calera, del Mineral de Chagres, del Ferrocarril Transandino, y de los centros mineros de Ligua y Cabildo.

El consumo de la Primera Zona, que pasa actualmente de 34 millones de Kwth. al año, hizo posible el suministro de energía a toda una zona. A su vez la industriali-

zación de esta zona ha traído nuevos consumos al ir atrayendo una nueva población con el mejoramiento de las condiciones de vida.

Un caso semejante trajo el establecimiento de la línea de Santiago a San Bernardo, cuyo tráfico, en un principio con caracteres de tráfico directo fué provocando la extensión de la población a lo largo de toda la línea, asegurando así su movimiento futuro y creando un volumen considerable de consumos en alumbrado y servicios industriales.

2.—*La tendencia actual en otros países.*

Como se ha hecho en los capítulos anteriores, conviene conocer lo que se ha hecho en otras partes y examinar la tendencia actual en materia de electrificación de ferrocaririles para estudiar en seguida la posibilidad de llevar a cabo obras semejantes entre nosotros.

El desarrollo de la aplicación de la energía eléctrica a los ferrocarriles, muy lento en sus primeros años, ha llegado, después de atravesar periódos de estacionamiento a una intensidad verdaderamente extraordinaria.

Desde la aparición de la primera locomotora eléctrica de prueba presentada por Siemens-Halske en la exposición de Berlín de 1879, transcurrieron veinte años durante los cuales sólo se aplicó la tracción eléctrica a líneas de características muy especiales; entre estos casos muy definidos figuraban los trayectos en subterráneo para tener acceso al centro de grandes aglomeraciones, los túneles de cumbre como el Loetschberg y el Mont-Cenis, en que se presentaba la dificultad de la ventilación para la tracción a fuego, los trayectos de fuertes gradientes con tráfico pesado de carga, como la línea del Giovi en Génova que se encontraba muy próxima a su saturación, y por fin los ferrocarriles suburbanos con frecuentes detenciones que exigían grandes aceleraciones.

Fuera de estos casos muy determinados no se creía ventajoso un cambio de tracción.

En cambio en este mismo período se iban desarrollando en forma muy intensa los servicios urbanos de tranvías eléctricos a partir del primer tranvía que corrió en Cleveland en 1884.

La lentitud de este progreso en la tracción ferroviaria salta a la vista al considerar que en 1914 sólo existían según Bachellery, en todo el mundo, dos líneas con una extensión mayor de 100 kilómetros de un solo propietario; la Valtelina en Italia y el New York, New Haven en Estados Unidos (1).

El desarrollo de los últimos 15 años ha sido tan extraordinario que encontramos para 1931, último año para el cual hay estadísticas completas, un total de 18 000 kilómetros de ruta electrificados cuyo servicio se hace con 3 217 locomotoras y 7 713 coches motores como se indica en el cuadro siguiente: (2):

(1) Bachellery, Chemins de Fer Electriques, 1925, pág. 10.

(2) Railway Electrification Committee de la N. E. L. A., marzo de 1933, pág. 24-31.

CUADRO XXVI

SITUACIÓN A FINES DE 1931 DE LOS FERROCARRILES ELECTRIFICADOS

	Kmt. de ruta	*N.° de Locomotoras*
Europa:		
Alemania	1.587.2	393
Suiza	2.033.6	432
Francia	1.836.1	408
Italia	1.823.5	562
Suecia	1.160	(*)
Austria	875.2	112
Inglaterra	756.8	20 (*)
España	577.6	90
Noruega	206.4	51
Holanda	173.9	(*)
Hungría	103.2	(*)
U. R. S. S.	62.4	47
Checoeslovaquia	23.8	18
	11 219.7	2 133
América:		
Estados Unidos	3.311.0	494
Brasil	401.6	41
Chie	354.0	76
Cuba	247.7	11
Argentina	104.1	2
México	96.5	17
Canadá	65.9	24
Venezuela	36.3	6
Bolivia	8.4	5
	4.625.2	676
Asia:		
India	357	69
Japón	350.4	122
China	126.2	49
	833.6	240
Africa:		
Unión Sud Africa	356.3	95
Marruecos	309.3	16
Argelia	107.5	21
	773.1	132
Oceanía:		
Australia	417.1	12
Indias Holandesas	112	13
Nueva Zelanda	23.5	11
	552.6	36
Total mundial	18 004.2 m.	3 217 locom.

Observación.—(*) significa no hay datos completos. No se indica número de coches motores.

La intensidad del último período de 1923 a 1931 puede observarse comparando las cifras que se indican para algunos países en el cuadro XXVII.

CUADRO XXVII

DATOS COMPARATIVOS 1923-1931 (1)

Países	*Kilometraje*		*N.º de locomotoras*	
	1923	*1931*	*1923*	*1931*
América del Norte y Sur	2 744	4 821	411	669
Alemania	1,285	1,587	288	393
Inglaterra	30	757	13	20 (2)
Suiza	1 167	2 034	179	432
Francia	805	1 836	152	408
Italia	750	1,823	150	562
Austria	460	875	88	112
Suecia	438	1 160	47	115

El cuadro anterior permite constatar un aumento superior al 50% en los kilometrajes en los últimos 8 años, aumento que es en realidad mayor, por haberse incluído en 1923 los Ferrocarriles en construcción.

Es difícil coordinar cifras de diverso origen. Se puede sin embargo apreciar el volumen extraordinario del movimiento de electrificación que se realiza actualmente.

3.—*Los ferrocarriles electrificados en Chile.*

La longitud de ruta de los ferrocarriles electrificados en Chile alcanza actualmente a 354 kilómetros que se reparten en la forma que indica el cuadro XXVIII.

(1) Datos de 1923 tomados de Seefehlner & Peters «Traction Electrique», 1926, pág. 6. El kilometraje incluye los FF. CC. en construcción. Datos de 1931 del Railway Electrification Commitee, marzo de 1933.

(2) Se explica esta cifra recordando que casi toda la explotación se hace con los 1 404 coches motores en servicio.

CUADRO XXVIII

FERROCARRILES ELECTRIFICADOS EN CHILE (1933)

Ferrorarriles:	*Longitud kmts.*		*N.º de Locom*
	ruta	*vías*	
Primera Zona FF. CC. del E.	236	397	43
Anglo Chilean (FF. CC. Salitreros)	37.1	53	7
Cruz Grande al Tofo (Bethlehem)	24	38	3
Chile Exploration (Chuquicamata)	21	76	20
F. C. Transandino chileno	36	39	3
Total	354	603	76

No están incluídos en este estado los FF. CC. interurbanos como el de Santiago a San Bernardo, Valparaíso a Viña del Mar, Concepción a Talcahuano, como tampoco el ferrocarril del Llano de Maipo, los que por sus características de explotación pueden considerarse más propiamente entre los tranvías.

Es de notar la gran longitud que representan las vías electrificadas comparada con la longitud de ruta: esta última no comprende la doble vía ni los desvíos en estaciones.

No puede dejarse de mencionar que el Ferrocarril del Tofo fué el primero en electrificarse en Sud-América (1916) correspondiendo así a nuestro país aparecer como el precursor de la Tracción Eléctrica, así como en otro tiempo lo había sido de la tracción a vapor con el Ferrocarril de Caldera a Copiapó, el primero que se construyó en el hemisferio sur.

4.—*Causas del desarrollo de la electrificación.*

Puede con razón decirse que cada país tiene una fisonomía especial y cada uno de sus ferrocarriles tiene también su especial característica que ha de decidir la conveniencia de un cambio de sistema de tracción.

Razones de carácter técnico en unos casos, de carácter económico o financiero en otros, han impulsado la electrificación de los FF. CC.

La necesidad de disminuir las importaciones ha sido la razón dominante en los países que no cuentan con combustible, como Austria, que perdió en la guerra sus provincias petrolíferas, o Francia que no alcanza a abastecer sus consumos con su carbón. Esta crisis de los cambios internacionales fué el factor decisivo para electrificar los ferrocarriles franceses, y para ir al aprovechamiento de sus recursos naturales de energía hidro-eléctrica.

La necesidad de economizar el combustible ha llevado, aun en el caso de países que cuentan con yacimientos de carbón, a mejorar su aprovechamiento. No hay

duda de que se tendrá un rendimiento muy superior si en vez de tener centenares de pequeñas centrales distribuídas a lo largo de toda la red, como son las locomotoras a fuego, se tienen grandes centrales térmicas concentradas en puntos vecinos a la costa.

A más de evitar así el acarreo del carbón hasta las locomotoras, con la pérdida consiguiente de todo el carbón menudo, se economizará el carbón que por ser muy liviano es arrastrado en el tiraje forzado de la locomotora o se pierde por las parrillas. Una central moderna, que trabaja a condensación y cuyos calderos van revestidos contra las fugas de calor, tiene un aprovechamiento que puede estimarse en el doble del de las locomotoras a simple expansión.

Si todavía hubiera posibilidad de ubicar la central térmica en la proximidad de una bocamina, se podría aprovechar los carbones de calidades inferiores que no soportarían ningún transporte, dándose así la oportunidad de aprovechar aun el carbón que de otro modo debería desecharse.

La *economía en jornales* que representa una electrificación es otra de las razones determinantes que han motivado el cambio de sistema, siendo un hecho universal el aumento de valor que ha experimentado la mano de obra, aumento que va siempre en forma progresiva.

El menor número de trenes más pesados que hacen la movilización en un ferrocarril electrificado supone ya una economía directa de personal. Si a esto se agrega la supresión total del personal de aguadas y carboneras, la disminución de los movimientos en casas de máquinas para el aprovisionamiento del agua y del carbón, y para la inversión de frente de las locomotoras; si se toma en cuenta además que suprimiéndose la caldeadura previa antes de partir y la limpia y botadura de fuego después de la llegada, se ve que se va a necesitar mucho menos personal de casas de máquinas; si además, se observa la forma en que se hace la reparación de locomotoras, que consiste en simple cambio del organismo deteriorado por otro nuevo dejando el dañado en reparación, se comprenderá fácilmente que se llegue a las cifras del cuadro XXIX que muestra para 5 ferrocarriles la economía de personal sobre la tracción a vapor, economía que puede estimarse superior al 50% del valor de los jornales.

CUADRO XXIX

ECONOMÍA DE LA EXPLOTACIÓN ELÉCTRICA, SOBRE LA TRACCIÓN A VAPOR EN %

Items	*Butte*	*Chicago Milwaukee*		*Paulista*	*Méjico*	*Promedio*
		Montaña	*costa*			
Maquinistas	42	43.5	44	72	53	51.5
Personal de trenes	33	34.5	39	..	50	41
Combustible o energía	55	38	38	85	38	55
Reparaciones	37	65	55	83	91	70
Casa de Máquinas	46	62	47	80	50	65.5
Lubricantes	56	20	..	79	97	60
Otros materiales	36	72	30	65	..	62
Agua	80	..	..	..	..	97.5
Sub-estaciones	*Obs.*—Estas dos partidas se toman en cuenta para los valores					
Líneas aéreas	medios que se dan más abajo.					
% de economía	42	43	38	78	62	52.7 %

Para establecer los porcentajes finales se ha dividido la suma de los gastos del servicio eléctrico por los del de vapor.

Se obtiene así una cifra que refleja el conjunto de varios ferrocarriles de diferentes condiciones de tráfico, incluyendo los gastos especiales de la tracción eléctrica como son los de subestaciones y líneas aéreas. Se estima así que la explotación eléctrica representa una economía de un 50% sobre la tracción a fuego (1).

El *aumento de la capacidad de transporte* de una línea es otra de las ventajas de la tracción eléctrica.

La locomotora no deberá arrastrar el peso muerto del agua y del carbón. Su adherencia se aprovechará mejor por la supresión de movimientos alternativos, su par motor es más uniforme, y se tendrá un menor peso a igualdad de potencia.

A todo esto debe agregarse la *elasticidad del motor eléctrico;* la potencia de la locomotora no estará ya limitada como en la locomotora de vapor por las características de construcción, superficie de caldero, de parrillas, dimensiones de los cilindros. La facultad de trabajar con sobrecarga de los motores eléctricos, que alcanzan a valores muy elevado para sobrecargas momentáneas y cifras siempre importantes para regímenes de una hora, hace que la locomotora eléctrica pueda tomar de la línea el exceso de potencia que necesita en un momento dado.

La capacidad de obtener *grandes aceleraciones* significa una ventaja decidida para los trenes con frecuentes detenciones, como son los sub-urbanos, y explica el éxito

(1) «W. D. Bearce.—Economics of Electric Traction for Trunk Line Railroads» Transactions Second World Power Conference. Berlín 1930, Tomo XVII, pág. 141.

siempre creciente del servicio eléctrico en los ferrocarriles de este carácter en la proximidad de las grandes capitales.

La gran aceleración representa a su vez un fuerte consumo de energía; la limitación del esfuerzo de tracción en función del peso adherente de la locomotora mostró muy pronto la limitación de su campo de trabajo: vino entonces la solución de la tracción por coches motores manejados desde un solo punto, con el sistema de *unidades múltiples*. Se podría así llegar a tener todo el tren adherente y proporcionar un esfuerzo de tracción en proporción a lo que se necesita.

La electrificación en 1917 del primer sector del ferrocarril Chicago Milwaukee Saint Paul en los Estados Unidos, por el sistema de 3 000 volts, corriente continua, vino a puntualizar todos los detalles técnicos de construcción, y fué el punto de partida del desarrollo actual.

De esta manera, al irse precisando los detalles de construcción de cada sistema se ha llegado a tener una solución para cada caso, soluciones que revisten las formas más variadas.

No siempre se aconseja una electrificación por las ventajas económicas de un cambio de explotación; en muchos casos domina hoy la necesidad de aumentar la capacidad de movilización de una línea. Así, la necesidad de llegar a trenes de un peso superior a 9 000 toneladas, llevó al ferrocarrill Virginian, situado en plena región carbonera, a electrificar sus líneas.

Este conjunto de ventajas de la locmotora eléctrica se traduce en su mejor aprovechamiento, haciéndose con un número reducido el mismo servicio que exigía numerosas locomotoras de vapor, aumentando el kilometraje diario recorrido a cifras que pasan del doble de las que se aceptan para las locomotoras de vapor. En el New York New Haven se pasó de 195 a 450 kilómetros diarios. En Suiza se ha llegado a recorridos de 764 kilómetros diarios para las locomotoras de expresos.

Como hacíamos ver más arriba son las condiciones locales de cada ferrocarril, especialmente su tráfico, los factores que deciden la conveniencia de su electrificación.

Al enumerar a la ligera las múltiples ventajas que presenta la tracción eléctrica para la explotación de un ferrocarril hemos dejado para el fin aquella que significa mayor interés para el estudio que venimos realizando; por grandes que sean las ventajas de la electrificación para un ferrocarril, mucho mayores son las que traerá para toda una región.

Son ya clásicos los ejemplos de las líneas sub-urbanas en que la introducción del servicio eléctrico por trenes de unidades múltiples ha llegado a aumentar el tráfico en proporciones que no se preveían; así el tráfico en la línea Milán-Gallarate-Venecia aumentó el tráfico en un 170% en tres años; en los arrabales de Newcastle en poco tiempo en 47.5%; en el London-Brighton subió en dos meses en un 63% (1).

Una región que cuente con una línea bien servida, proporcionará muy luego un incremento de tráfico; este va trayendo luego el aumento de la producción regional; con el mayor volumen de negocios se va arraigando más gente en la zona.

La central local o más bien el sistema de distribución de energía eléctrica que comenzaba con sólo el consumo de base del ferrocarril irá tomando la clientela de una región entera que antes no habría sido posible atender.

---

(1) René Martín. Traction Electrique, 1924, pág. 31.

Es lo que, como decíamos, se ha verificado en la Primera Zona de los ferrocarriles; si se quiere aun más gráficamente lo que se vió en el Ferrocarril de Santiago a San Bernardo: el axioma ya clásico de que es la oferta el factor más efectivo del aumento de la demanda. A su vez las mejores condiciones de vida y de bienestar irán asegurando la prosperidad regional y el tráfico de la línea.

Sería interesante poder estimar qué mayor carga habrá representado para la Compañía Chilena de Electricidad el conjunto de consumos que le ha permitido atender la ampliación de sus líneas y de sus instalaciones que debió efectuar para atender a la Primera Zona; este aumento puede considerarse como un verdadero sub-producto que ha venido a agregar una cantidad considerable de energía a los 34 millones de kilowatt horas que está proporcionando anualmente a los Ferrocarriles.

5.—*Posibilidad de nuevos trabajos de electrificación.*

Este aspecto de la influencia de una línea electrificada, sobre toda una región, que formará el consumo de base para una distribución, da especial interés a la posibilidad de electrificar nuevas líneas.

Desde luego el volumen de tráfico a que han llegado, muestra que están en este caso algunos tramos de la línea de los ferrocarriles en la Segunda Zona. Parece a primera vista que se justificaría la electrificación de la línea de Santiago a Cartagena, la de Santiago a Rancagua y su enlace natural la de Paine a Talagante. Hay estudios anteriores que la aconsejan, y para la primera de ellas un informe previo de la Sub-Dirección General en abril de 1924 recomendando su ejecución.

Es fácil imaginar la influencia que podría tener sobre toda esta región esta nueva red de 225 kilómetros. El escaso número de subestaciones que sería necesario, la posibilidad de utilizar equipo a vapor en excelentes condiciones para el servicio de otras zonas, rebajarían en forma apreciable el costo de primera instalación.

Al estudiar la electrificación de una línea debe considerarse como inversión en equipo motor solamente la diferencia entre el costo de las nuevas locomotoras y las que se retiran del servicio para entrar a otro sector. Así, al electrificarse la Primera Zona se adquirieron locomotoras por un valor de cerca de 30 millones de pesos, y quedaron disponibles otras por valor de cerca de 20 millones.

Estas últimas deben considerarse como una adquisición de la Empresa, que destina todos los años una parte de su presupuesto a la renovación de su material.

Al efectuarse una electrificación, se estaría seguramente en condiciones de poder fabricar en el país las partidas de cables y alambres de cobre, como se ha hecho ver en los capítulos anteriores, y asimismo los aisladores más corrientes, lo que disminuiría el volumen de las importaciones.

La electrificación de esta zona no significaría una disminución del consumo de combustible nacional; como ya se ha visto, el plan de electrificación consulta una central térmica en la costa que se interconectaría con las redes primarias de distribución.

El aumento de vida de la industria regional traería por su parte un mayor consumo de combustible y así vendría nuevamente la mutua influencia a ayudar al desarrollo general.

6.—*Tranvías urbanos y trolley-buses.*

Lo que se ha dicho con relación a los ferrocarriles electrificados puede asimismo asegurarse de las redes de tranvías eléctricos. Por la naturaleza de su red posiblemente se encuentre un mayor interés aun que en los ferrocarriles en disponer de energía a bajo precio. Redes urbanas de la importancia de la de Santiago, deben soportar forzosamente pérdidas considerables. En ellas la proporción del gasto en energía sobre los gastos totales de explotación es mayor que en un ferrocarril.

Según el informe de la comisión nombrada por la Municipalidad de Santiago, para la coordinarición de los transportes urbanos que establecer en $ 0.30 el valor que paga por la Compañía Chilena de Electricidad por Kwth, se debería llegar a un alza considerable de tarifas (50% para los pasajes de 1.ª clase) para poder financiar un buen servicio de tranvías (1).

Si se pudiera proporcionar la energía aun precio más bajo, no habría necesidad de recurrir a un aumento de tarifas para mejorar los servicios, y se tendría al mismo tiempo un aumento considerable del tráfico y por lo tanto de las entradas.

Lo mismo pasaría con la implantación de líneas de *trolley-buses.* Ya en el informe citado de la comisión municipal se consultan dos líneas con un desarrollo de 44 Kms. Seguramente será esta una solución que podrá aplicarse a otras ciudades, y a otros sectores de Santiago.

La extraordinaria rapidez de aceleración del trolley-bus sus condiciones de comodidad y bienestar, han hecho de este tipo de tranvía sin rieles un vehículo de especial «capacidad de renta». El gran desarrollo que están alcanzando desde el año 1931 se muestra por los nuevos pedidos. En los informes del presente año sobre el aumento de dotación en las líneas de Indianópolis, Chicago y Detroit, se acepta un aumento de 25% en las entradas de esas líneas, desde que se han implantado (2).

Al estudiar otras formas de transportes eléctricos, no cabe ocuparnos de las locomotoras o de los coches motores electro-Diessel, por interesante que sea su funcionamiento. En ellos la energía eléctrica desempeña solamente el papel de intermediario en la transmisión del movimiento. El consumo de energía a base de petróleo que debería importarse, no significaría ninguna ayuda a las redes de distribución.

No podemos dejar de anotar el incremento que van tomando los *tractores con baterías de acumuladores* que ya han salido del simple servicio interno de movilización dentro de las fábricas.

Así la American Railway Cy. disponía en 1925 de 1 500 vehículos para el transporte de equipajes y encomiendas en 23 ciudades de los Estados Unidos. Sólo en Nueva York disponía de 350 unidades y en Filadelfia de 150. Según los balances se comprobaba una economía de 50% sobre la explotación con camiones a bencina, y esto con los precios tan favorables de la bencina en Estados Unidos (3).

Hay también servicios semejantes en algunos departamentos municipales de Milán y en el servicio Tecnológico de Turín que cuenta con 80 automotrices.

---

(1) Ver Anales del Instituto de Ingenieros, 1935, pág. 450.

(2) Informaciones de la General Electric. Mass Transportation de 1935.

(3) L'Elettrotécnica, número especial de Tracción Eléctrica publicado como suplemento en 1929.

Hay también servicios ferroviarios en los cuales se encuentran en combinación las locomotoras de baterías con otros tipos como las Diesel o de tercer riel, para hacer frente a trabajos eventuales fuera de contacto con su alimentación.

En cambio no ha tenido mayor desarrollo la aplicación de los acumuladores a los tranvías, que se introdujo hace algunos años por razones de estética en algunas ciudades de Italia.

Es interesante notar que la tracción por acumuladores, al poder efectuar la carga de sus baterías a horas en que no hay otros consumos, aprovecha condiciones de energía a bajo precio, contribuyendo a mejorar el factor de carga de un sistema.

7.—Conclusión.

El examen que hemos hecho, aunque en forma muy superficial, de los distintos sistemas de transportes eléctricos, y del gran incremento que se observa en todo el mundo en su desarrollo, hace ver la importancia que representa para el aumento del tráfico ferrovíario y urbano la obtención de la energía a bajo costo.

A más de multiplicar en forma muy importante el tráfico, y por lo tanto, las entradas de una línea, llegando a tenerse un servicio mejor y más económico por medio de la tracción eléctrica, se vendrían a beneficiar nuevas zonas para las cuales las líneas eléctricas de ferrocarriles o de tranvías proporcionarían los consumos de base.

CAPITULO V

POSIBLE CREACIÓN Y DESARROLLO DE INDUSTRIAS CON EL MAYOR CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y CON LA DISMINUCIÓN DE SU PRECIO DE VENTA

1. Generalidades.—2. Industria de ampolletas eléctricas.—3. Industria de artefactos eléctricos.—4. Industria de conductores eléctricos.—5. Industria de aisladores eléctricos.—6. Industria de material de instalaciones.—7. Industria del acero.—8. Industria del cemento.—9. Otras industrias.

1.—*Generalidades.*

El incremento de la demanda de energía repercute también en el campo industrial, porque se hace posible el desarrollo de nuevas industrias que fabrican productos que se emplean para el consumo y para la generación, transmisión y distribución de esa misma energía. Así, por ejemplo, el aumento del consumo residencial y comercial aumenta a su vez el consumo de ampolletas y de artefactos eléctricos y el establecimiento de centrales y líneas de transmisión y distribución da mayor auge a la producción de los materiales necesarios para su construcción y mantenimiento.

Enumeraremos y analizaremos sucintamente algunas de esas industrias, sin pretender, por supuesto, que esa enumeración sea completa.

2.—*Industria de ampolletas eléctricas.*

La importación de ampolletas eléctricas ha sido de unos 3 000 000 de unidades más o menos, con un valor Cif. de $ 3 000 000 de 6 d., debiendo notarse que un 92% de su costo puede quedar en el país al fabricarse en Chile, como se desprende del cuadro siguiente, en el cual se han enumerado los distintos items del costo con indicación del por ciento correspondiente en el valor total y de los items cuyo valor puede quedar en Chile o salir al extranjero.

CUADRO XXX

COSTO DE UNA AMPOLLETA ELÉCTRICA

	% en el costo total	
	Importación	*Queda en Chile*
Bombilla de vidrio. Tubo interno (flair). Varilla de vidrio	.....	70%
Filamento	0.35%	
Soportes de Níquel	0.15%	
Conductores de cobre	1.6 %	
Cemento interior y exterior	6	
Píldoras de cobre	....	0.30%
Soldadura	....	0.60
Rosca de bronce	....	6.0
Cartón para envases e inscripción	....	9.0
Luz, fuerza y gas	....	1
Agua y Jornales	....	5
	8.1%	91.9%

3.—*Artefactos eléctricos.*

Uno de los factores importantes para el aumento del consumo residencial es el empleo de artefactos eléctricos, empleo que, a su vez, sólo es posible si esos artefactos pueden obtenerse a precios módicos.

Se ve entonces que hay una estrecha relación entre la prosperidad de la industria eléctrica y la de esta industria subsidiaria.

La fabricación de planchas, anafes, cocinas, calentadores de agua, tostadores etc., es sencilla y existe en Chile en estado naciente. Se trata, además, de productos que pueden fabricarse en pequeña escala de modo que podría casi decirse que constituye una industria casera, salvados los conocimientos técnicos indispensables.

4.—*Conductores eléctricos.*

Las líneas de transmisión emplean conductores de cobre y de aluminio; en las líneas de distribución se necesitan conductores de cobre y a veces de fierro y, para las instalaciones interiores, es necesario usar alambres aislados de distinta naturaleza.

El aumento de las construcciones eléctricas y de las instalaciones interiores darían movimiento a esta industria que ha hecho ya también sus primeros pasos en nuestro país.

Tenemos en Chile parte de las materias primas que necesita, como el cobre y el fierro y su desarrollo podría ser el punto de partida para la obtención de otras materias primas que ella debe emplear, como el aluminio, los barnices, etc.

5.—*Aisladores.*

Sabido es que se fabrican en Chile buenos aisladores para bajo y mediano voltaje. Al impulsar las construcciones eléctricas, podría esta industria prosperar y desarrollarse aún más, y abarcar otro campo, como el de la fabricación de aisladores para alto voltaje, ya que tenemos en Chile la materia prima que para ello se requiere.

6.—*Material de instalaciones.*

Son innumerables las piezas que se requieren para las instalaciones eléctricas de Centrales, subestaciones e instalaciones interiores. En lo que se refiere a instalaciones de Centrales y subestaciones, podemos enumerar, entre otras, las barras ómnibus y las piezas especiales para ellas, como codos, tees de derivación, uniones, grapas de sujeción, etc.; interruptores eléctricos de cuchillos o de palanca, en aire o en aceite. En las instalaciones interiores, tenemos los tubos de bronce y de acero, los interruptores, los enchufes, las placas, los aisladores de loza, etc.

Para la fabricación de todas estas piezas se emplea el cobre, el fierro, la loza, la bakelita, la ebonita, etc. En Chile tenemos materia prima para la obtención de la mayor parte de estos materiales y muchos de ellos se fabrican ya con éxito.

7.—*Laminación de acero.*

Basta sólo recordar el sinnúmero de empleos que tiene el acero en la industria eléctrica para comprender que su fabricación y laminación puede hacerse posible con el aumento de consumo.

Los perfiles de acero se emplean en la construcción de las fundaciones y de los edificios de las Centrales, en las obras hidráulicas necesarias para la generación hidroeléctrica, en las tolvas, andamios, transportadores, y estructuras accesorias en general de las Centrales térmicas. Se emplean además, en grandes cantidades, en la construcción de torres y de postes para las líneas de transmisión y de distribución.

En el estudio hecho en 1928 por una Comisión de Gobierno nombrada para analizar la industria siderúrgica de Chile (1), se llegó a la conclusión de que el alto horno eléctrico es más apropiado para nuestro país que los hornos actualmente en explotación.

Este mismo estudio analiza la situación de la Compañía Siderúrgica e Industrial de Valdivia, que en ese tiempo, tenía el proyecto de construir la planta hidroeléctrica de Huilo-Huilo y de instalar altos hornos eléctricos y la fabricación de acero por hornos Siemens-Martín.

Según él, el costo de la energía eléctrica alcanza al 11.5% del costo de producción de la tonelada de acero laminado y el capital por invertir en la planta hidroeléctrica llegaba al 46% del capital total necesario.

(1) Estudio de la Comisión Siderúrgica, designada por Decreto N.º 4269 del Ministerio de Hacienda, de 5 octubre de 1928.

8.— *Cemento.*

Cada Central que se construye y cada línea que se establece es un consumo importante de cemento, material indispensable en toda construcción moderna.

De aquí entonces que un plan de construcciones eléctricas aumentaría el consumo del cemento y daría, en consecuencia, mayor auge a esa industria que, por su parte, tiene un gasto de energía que representa un 5% del costo total del cemento y un 6.5% de su costo industrial (1).

9.—*Otras industrias.*

Por las consideraciones anteriores, se ve como el aumento del consumo eléctrico está ligado a la prosperidad industrial del país. Se ve como él hace desarrollarse una serie de industrias accesorias, cuyo crecimiento produce también el aumento del consumo eléctrico, pues todas ellas consumen energía. En la enumeración anterior hemos sólo revisado lo más importante; pero no olvidemos que, al aumentar la fabricación del cemento, se aumenta la actividad de los yacimientos de piedra caliza; que, al emplearse más perfiles de acero, se entona la industria siderúrgica; que, al necesitarse conductores y accesorios de cobre, se facilita el desarrollo de las fundiciones, de la fabricación del cobre electrolítico; que, en una palabra, el incremento del consumo eléctrico puede influir hasta en los más apartados confines del campo industrial.

La industria química está llamada a tener en Chile un enorme desarrollo. Cuando el salitre no tenía competidor en el mundo y cuando las rentas de la Nación se obtenían casi exclusivamente de su derecho de exportación, nadie pensaba sino en la rutinaria faena de extracción del caliche, de su purificación y de la venta del salitre así obtenido. Hoy en día la situación ha cambiado; el salitre pierde mercado, desplazado por sus competidores sintéticos. Sin embargo, el caliche constituye, de todos modos, una gran riqueza que puede ser fuente de un gran número de productos químicos.

Esto puede realizarse a base de energía abundante y barata.

Un ejemplo interesante de cómo la energía puede hacer posibles algunas industrias es el de la fabricación del papel.

Según estudios hechos por el Departamento de Industrias Fabriles del Ministerio de Fomento, el consumo de energía eléctrica para una fábrica de 11 000 toneladas de papel al año, es el 15% de los gastos totales y el 22% del costo industrial de fabricación.

Calculada la energía a 3.5 centavos por Kwth., ella representa $ 58.30 por tonelada de papel; en cambio, si la energía costara 25 centvos el Kwth. tarifa corriente en la actualidad, el costo de ella por tonelada producida sería de $ 420.

Se ve aquí la enorme influencia que tiene la energía eléctrica en el costo de producción del papel y se explica entonces el gran desarrollo que ha tomado esa industria en Noruega.

Cuando se habla del enorme consumo por habitante al año que dan las estadísticas para Noruega, se hace siempre la observación de que él se debe en gran parte a la industria de la celulosa y sus derivados. Creemos que el ejemplo anterior demuestra

(1) Estudio de la Fábrica de Cemento «El Romeral» en El Volcán. Septiembre de 1935.

que la situación es inversa y que, si existe esa industria, es porque cuenta con energía eléctrica barata.

Hay también otras industrias en las cuales el empleo de la electricidad permite perfeccionar los procedimientos de elaboración y disminuir los costos de producción. Un ejemplo de este tipo es el de la industria cerámica. Sabido es que existen en Chile fábricas de loza y que ellas han tropezado con serios inconvenientes para la obtención de un producto de buena apariencia y de costo comercial. Ello se debe al tipo de instalaciones que consisten en hornos de carbón, discontinuos, que se deterioran después de cada hornada y que producen un 15 a 20% de producto inservible. Hoy en día, nuevas patentes de hornos continuos, calefaccionados con electricidad (1), han permitido reducir los costos y casi hacer desaparecer las piezas con defectos de cocción.

Pocas cosas tienen más influencia en este siglo en la vida de un país que contar con fuerza eléctrica bien aprovechada.

Hemos tratado de demostrarlo con las observaciones anteriores y esperamos que ellas hayan hecho ver como es de vasta y profunda esa influencia.

---

(1) Folleto de la firma Keramische Industrie—Bedarfs Aktien Gesellschaft—Berlín, Carlottenburg.