

Desarrollo armónico de un plan de electrificación del país, ejecutado y explotado en la generación, transmisión y distribución primaria de la energía eléctrica, por el Estado, con fines de fomento

Trabajo presentado al Primer Congreso Sud-Americano de Ingeniería

PREMISAS

1.ª—«En su actual período de desarrollo, el país necesita con extrema urgencia « que se aumenten sus disponibilidades de energía».

2.ª—«Nuestros recursos generadores de energía hidro-eléctricos son cuantiosos, « de económico desarrollo en gran escala, geográficamente bien distribuidos; *pero* « *no son ilimitados*, lo que nos obliga a llevar a cabo su aprovechamiento en forma « racional, armónica y sin desperdicio alguno, con amplia visión orientada hacia su « más lógica utilización total futura».

A

POLITICA QUE EL ESTADO DEBIERA SEGUIR EN ADELANTE

En un ciclo de siete conferencias, dictadas en los salones del Instituto de Ingenieros de Chile, en diciembre de 1935 a enero de 1936, en colaboración con otros colegas ingenieros, expusimos nuestras ideas sobre lo que debería ser, a nuestro juicio, una política eléctrica chilena racional. Dichas conferencias constituyeron un breve resumen de un estudio más extenso, hecho en la colaboración citada, y que fué publicado en «Los Anales del Instituto de Ingenieros de Chile», y en reimpresión especial en un libro titulado «POLÍTICA ELÉCTRICA CHILENA», Editorial Nascimento, 1936.

Estudiamos allí las bases técnicas y económicas del problema eléctrico en general; la producción, transporte, distribución y consumos de la energía eléctrica; los aspectos técnicos, industriales, sociales y económicos que tendría la electrificación del país; la manera cómo ha sido encarado y resuelto el problema en otros países, y, para terminar, formulábamos un plan de electrificación del país, con su costo, su financiamiento y organización legal, para un primer período de doce años.

Como resumen de nuestro estudio, llegamos a los siguientes considerandos y conclusiones finales:

CONSIDERANDO:

1.º Que la energía eléctrica constituye, hoy en día, un elemento fundamental para el desarrollo técnico, económico y social de los países, y que como tal, viene a ser un servicio de extrema necesidad pública, y además, que la energía eléctrica debe ser un medio de fomento antes que una finalidad de comercio.

2.º Que nuestro país tiene un consumo de energía eléctrica, de servicio público, por habitante, extremadamente bajo y que el desarrollo de las capacidades de centrales eléctricas, revela una estagnación desde 1929, sin que existan iniciativas continuadas y satisfactorias para salir de esta situación.

3.º Que la situación indicada está produciendo una grave asfixia en el desarrollo de los consumos de la energía eléctrica, cuyos síntomas aparecen desde 1933-34, y que se irá haciendo más y más grave a medida que transcurre el tiempo en la inacción.

4.º Que nuestro país posee recursos hidro y termo-eléctricos abundantes, geográficamente bien distribuidos, de económico desarrollo y aprovechamiento, y que hay ventajas positivas, de toda índole, que este desarrollo y aprovechamiento se haga con un plan general de electrificación del país, metódicamente realizado y debidamente armonizado con otras obras públicas, especialmente hidráulicas.

5.º Que el desarrollo racional de nuestras industrias tanto extractivas como manufactureras, electro-químicas como electro-metalúrgicas, la industrialización de nuestra agricultura, el aumento de las superficies regadas mediante elevación mecánica del agua, los cultivos y reforestaciones de los terrenos de faldeos y lomajes, el racional aprovechamiento de nuestras materias primas, el desarrollo de nuestros medios de transporte electrificados, la difusión de la energía eléctrica en nuestros hogares y la elevación del standard de vida de los habitantes, deben ser estimulados y están íntimamente ligados, entre otros factores, a una oferta de energía eléctrica abundante, barata y difundida.

6.º Que debe existir una oferta de energía eléctrica que, en todo momento, debe preceder y estimular a la demanda de energía, y debe poseer la necesaria estabilidad en sus precios medios de venta, dentro de largos lapsos.

7.º Que nos encontramos actualmente en una situación de grave atraso y estagnación en el desarrollo de nuestra industria de generación, transporte y distribución de la energía eléctrica de servicio público, atraso que debe ser recuperado en el más corto plazo posible, con inversiones considerables de capital, de acuerdo con un plan general, racionalmente concebido, metódica y tenazmente impulsado.

8.º Que este capital necesario, por su cuantía y por la escasa retribución que debe exigírsele, por la persistencia de sus inversiones sucesivas para atender debidamente al desarrollo de los consumos, siempre crecientes, por las funciones de extrema necesidad pública que debe atender; y por los beneficios cuantiosos, pero sólo indirectos, que proporcionaría a la colectividad; no está al alcance del capital privado nacional o extranjero, y hay peligros de toda índole, tanto en tiempos de paz como de guerra, que el capital extranjero o nacional llegue a monopolizar nuestro abasteci-

miento de energía eléctrica de servicio público, y llegue a crear un poder económico considerable y peligroso, frente al Estado y a la comunidad.

9.º Que la generación, interconexión, transmisión y distribución primaria de la energía eléctrica, tanto en la construcción de las instalaciones necesarias, como en su manejo, es un problema sencillo, si se le pone en manos de un organismo centralizado, preponderantemente técnico, financieramente fuerte, sin influencias en él, ni directas ni indirectas, de presiones políticas y gremiales, ni de intereses particulares o de zonas.

10. Que la distribución secundaria o reventa de la energía eléctrica a los consumidores, es un problema que puede ser separado perfectamente del anterior, y constituye una organización técnico-comercial muy compleja y más directamente en contacto con los intereses y presiones particulares.

11. Que el crecimiento natural o vegetativo de los consumos de energía eléctrica, en nuestro país no contrariados o asfixiados por insuficiencia en el abastecimiento de la energía, requieren, probablemente, la duplicación de las actuales capacidades generadoras instaladas en los próximos seis años.

12. Que en numerosos países extranjeros, precisamente entre los que revelan mayor crecimiento de sus consumos de energía eléctrica, mayor potencia industrial y estabilidad económica y social, el Estado interviene directamente, mediante organismos autónomos, o mediante otros poderes públicos, desde muchos años atrás, en la industria eléctrica de servicio público. Pueden ser citados entre ellos: Gran Bretaña, Irlanda, Alemania, Suecia, Noruega, Canadá, Sud-Africa, Nueva Zelanda y otros.

13. Que en nuestro país existe una hermosa y larga tradición de construcción y explotación por el Estado, de servicios de necesidad pública, como los ferrocarriles, puertos, caminos, obras de regadío, puentes, agua potable y desagües y comunicaciones aéreas.

CONCLUSIONES:

1.º «Que el Estado debe abordar decididamente la política de desarrollo de nuestras fuentes generadoras de energía eléctrica, su interconexión, transmisión y distribución primaria, hasta los puntos de consumo más importantes y más vitales del territorio, mediante un plan nacional de electrificación, para un período de algunos años, debidamente armonizado con otras obras públicas especialmente hidráulicas, que nos saque de la estagnación y del atraso en que nos encontramos en esta materia».

2.º «Que esta política debe llevar como directivas, la utilización de la energía eléctrica como un medio de penetración o de fomento de la riqueza nacional y el mejoramiento del standard de vida de sus habitantes, y no una finalidad de lucro a favor de los capitales invertidos, siguiendo el mismo honroso ejemplo de la construcción y explotación de nuestros ferrocarriles, puertos, caminos, obras de regadío, puentes, agua potable, desagües y comunicaciones aéreas».

3.º «Que el medio más eficaz para conseguir los citados fines sería la creación de una entidad autónoma, centralizada, preponderantemente técnica, alejando de ella toda ingerencia directa o indirecta de intereses políticos, gremiales, de zonas y particulares; financieramente capaz de abordar la electrificación paulatina y siste-

«mática del país en conjunto, de acuerdo con un plan racional de electrificación. «Dicho organismo limitaría su acción a la generación, interconexión, transmisión y «distribución primaria de la energía eléctrica, y dejaría en manos de entidades par- «ticulares o municipales, controladas y con tarifas reguladas por el Estado, la distri- «bución o reventa de la energía eléctrica a los consumidores».

4.º «Que el financiamiento de este plan de electrificación aparece posible y «proporcionado a nuestra capacidad económica, por medio de aportes anuales su- «cesivos y variables del Presupuesto de la Nación, de los fondos destinados a obras «públicas, mientras la capitalización e inversión de sus entradas netas permita que «siga creciendo el plan por sus propios medios, en la medida que el país lo necesita».

5.º «Que la inversión de estos aportes fiscales no es exagerada si se consideran «los resultados que pueden esperarse; que las cuotas anuales de nuestro Presupuesto, «destinadas a obras públicas, son manifiestamente exiguas y que debieran ser consi- «derablemente aumentadas; que este aumento podría obtenerse, sin nuevos gravá- «menes e impuestos, mediante una razonable revisión del Presupuesto de la Nación; «y finalmente que, dado el actual desarrollo del país, existen obras públicas cuya «prosecución, si bien es necesaria, no reviste la importancia ni la urgencia angus- «tiosa que el desarrollo del plan de electrificación del país presenta».

6.º «Que paralelamente con la entrega de las disponibilidades de energía eléc- «trica, debería seguirse una política de fomento de las actividades industriales, agrí- «colas y de electrificación de los hogares, ciudades, pueblos y medios de transporte «que lo justifiquen, para que el estímulo de la energía eléctrica abundante, barata «y difundida, tenga todos los resultados que pueden esperarse sobre el desarrollo «económico del país y sobre el mejoramiento del standard de vida de sus habitantes»

B

DESARROLLO POR EL ESTADO DE UN PLAN ARMONICO DE ELECTRI- FICACION DEL PAIS, CON FINES DE FOMENTO

1.º CONCEPCIÓN DE LAS REGIONES GEOGRÁFICAS

La idea de «un nervio central eléctrico chileno» es antigua, la preconizaba ya, hace más de 20 años, nuestro profesor de Electrotecnia, el distinguido científico chileno don Arturo E. Salazar; pero los conceptos que, generalizados, flotan hoy en día en el ambiente sobre el particular, conciben tal nervio como una línea eléctrica de muy alta tensión, que más o menos paralela a nuestra vía férrea troncal, recorra longitudinalmente el país; reciba la energía de las fuentes generadoras hidro y termo-eléctricas, y la entregue en los puntos de consumo.

Deseamos contribuir, con el presente estudio, a desvirtuar el citado concepto actual, que consideramos erróneo y pernicioso; cambiándolo por una concepción de *regiones geográficas*, aisladas primero, en su 1.ª Etapa de desarrollo; con inter-conexión directa de los centros de gravedad de sus generaciones, en la 2.ª Etapa; y con pulsaciones estacionales y diurnas de la energía eléctrica, entre las diferentes regiones, en la 3.ª Etapa final.

Esta concepción, que estimamos más lógica y racional, la entregamos, con el presente trabajo, a la ilustrada consideración de nuestros colegas.

El plan de electrificación del país, para los primeros doce años, que preconizamos en el libro ya citado, «Política Eléctrica Chilena»; se refería a la construcción de centrales generadoras, líneas de transmisión, distribución y subestaciones primarias de verdadera urgencia, en diversas regiones del país. Deseamos ahora levantar nuestra mirada para abarcar un futuro más lejano, mirar el problema desde más alto, y contribuir a que se fijen las directivas generales para desarrollar, por etapas lógicas, un conjunto armonioso, que vaya proporcionando al país las disponibilidades de energía que tan urgentemente requiere, con el más racional aprovechamiento de nuestros recursos naturales, sin desperdicio alguno de ellos y con miras a su total utilización futura.

2.º REGIONES GEOGRÁFICAS EN QUE PUEDE SER DIVIDIDO EL PAÍS

Para el desarrollo del plan de electrificación, el país podría ser dividido en las siguientes regiones geográficas:

REGIONES GEOGRÁFICAS DEL PAÍS

Región N.º	Límites		Longitud aproximada de la región de N. a S. kilómetros
	por el norte	por el sur	
1.ª	Arica	Vicuña	1,250
2.ª	Vicuña	Petorca	280
3.ª	Petorca	Linares	410
4.ª	Linares	Temuco	320
5.ª	Temuco	Puerto Montt	320
6.ª	Puerto Montt	Golfo Penas	560
7.ª	Golfo Penas	Punta Arenas	670

3.º CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS DIFERENTES REGIONES GEOGRÁFICAS

Las regiones geográficas citadas, cuyas fronteras pueden naturalmente sufrir modificaciones posteriores, tienen características propias bien señaladas, que trataremos de exponer a continuación en forma muy general.

1.ª Región—Arica a Vicuña—Longitud 1,250 Kms.—Las precipitaciones hidrológicas en esta región son despreciables. Su electrificación se debería desarrollar en sistemas o vértebras transversales, prácticamente independientes entre sí, alimentadas cada una mediante plantas generadoras termo-eléctricas en la costa, auxiliadas por generación hidro-eléctricas subsidiaria proveniente de los tranques para rega-

ño que se construyen, subordinada naturalmente esta última al servicio del regadío agrícola.

Las vértebras transversales, se caracterizan por la gran separación entre sí. De allí su desarrollo, hasta el futuro previsible, en forma independiente o aislada. Partirían desde la costa y se extenderían al interior, desde los puertos de: Arica, Iquique, Tocopilla, Antofagasta, Taltal, Caldera y Huasco.

2.ª Región—Vicuña a Petorca—Longitud 280 Kms.—Las precipitaciones hidrológicas medias anuales son pequeñas, alrededor de unos 80 mm. Su desarrollo eléctrico convendría hacerlo mediante sistemas transversales, en análoga forma que la descrita para la 1.ª Región. Pero aquí, dichas vértebras transversales se encuentran más próximas entre sí, tendrían tendencias a ramificarse e interconectarse en sentido longitudinal, y podrían ser, por ejemplo, las siguientes:

Coquimbo, con Serena, Vicuña y Ovalle.

Los Vilos, con Illapel y Salamanca.

En el futuro, parece posible interconectar esta región con las de mas al sur, y el centro de gravedad de sus generaciones, como así mismo el de sus consumos, parecería ser la ciudad de Ovalle.

Los consumos más importantes futuros, serían probablemente en orden de magnitud: las industrias extractivas, el regadío mecánico, la electrificación de sus ferrocarriles y el servicio público.

3.ª Región—Petorca a Linares—Longitud 410 Kms.—Aquí, las precipitaciones hidrológicas anuales alcanzan un promedio de 700 mm. Los regímenes y características de sus ríos, son preponderantemente glaciales, de fuertes pendientes y escasísimas condiciones de regularización y capacidades de acumulación en sus hoyas hidrográficas. Sus creces duraderas provienen de los deshielos, y se producen durante la primavera y la primera parte del verano; en el resto del año, es decir durante el final del verano, el otoño e invierno, sus gastos son comparativamente pequeños, salvo las creces violentas; pero de corta duración, provenientes de las lluvias.

El centro de gravedad de sus generaciones, como el de sus consumos, parece ser la ciudad de Santiago.

La electrificación de esta región debería hacerse mediante una vértebra propia en sentido longitudinal, con miras a la interconexión futura de su centro de gravedad con iguales centros de las regiones del sur y del norte.

La generación de energía sería preponderantemente hidro-eléctrica, mediante centrales «de pasada», o sea sin acumulación, auxiliadas con plantas termo-eléctricas en la ciudad de Santiago, y en los puertos de Valparaíso y San Antonio.

Los más fuertes consumos futuros, serían probablemente en orden de importancia: el servicio público, el regadío mecánico, las industrias manufactureras y extractivas, la electrificación de sus ferrocarriles y la electrificación rural con la industrialización de su agricultura.

4.ª Región—Linares a Temuco—Longitud 320 Kms.—Las precipitaciones hidrológicas medias anuales alcanzan unos 1,550 mm. Los regímenes de sus ríos son un término medio entre glaciales y pluviales, sus lechos con fuertes pendientes en la primera

parte de su curso, adquieren desniveles pequeños después, al abandonar los contrafuertes de la cordillera de los Andes. Las características de regularización de sus hoyas son mejores y las capacidades de acumulación son mayores que en la 3.ª Región; pero estas últimas no de importancia, por ejemplo, las lagunas del Maule y del Laja en los nacimientos de los ríos del mismo nombre.

Caracterizan esta región dos circunstancias principales: 1.º la de ser en sus condiciones hidrológicas una transición entre las regiones vecinas del norte y del sur, y, 2.º de disponer de recursos de generación termo-eléctrica de energía, mediante centrales de boca-mina, que aprovecharían aquellos carbones de calidades inferiores que no soportan gastos de transporte.

El centro de gravedad de sus generaciones, como así mismo el de sus consumos, se encontraría probablemente en el pueblo de San Rosendo.

La electrificación de esta región debería hacerse también mediante una vértebra propia en sentido longitudinal, previendo la interconexión futura de su centro de gravedad mencionado, con iguales centros de las regiones vecinas del norte y del sur.

La generación de energía sería mixta, más o menos por iguales partes, mediante centrales hidro-eléctricas para las cargas básicas, y termo-eléctricas de boca-mina para el resto del diagrama de consumos.

Los más fuertes consumos futuros serían quizás, en orden de importancia: la industria manufacturera, el regadío mecánico, el servicio público, la electrificación de los ferrocarriles, la electrificación rural y la industria carbonífera con sus derivados.

5.ª Región—Temuco a Puerto Montt—Longitud 320 Kms.—En esta región, las precipitaciones hidrológicas alcanzan un promedio anual de unos 2,300 mm. Los regímenes de sus ríos son netamente pluviales, con grandes gastos y pendientes escasas. Sus hoyas hidrográficas presentan buenas características de regularización, las que fácilmente podrían ser mejoradas; presentan además grandes capacidades naturales de acumulación, susceptibles de ser aumentadas artificialmente, como lo serían en los principales de sus lagos que son:

Villarrica, Colico y Caburgua que alimentan el río Toltén.

Calafquén, Panguipulli, Pirehueico, Neltume y Riñihue que alimentan el río Calle-Calle.

Ranco y Mayhue que alimentan el río Bueno.

Puyehue, Constancia y Gris que alimentan el río Pilmayquén, afluente del río Bueno.

Rupanco que alimenta el río Rahue, también afluente del Bueno.

Llanquihue que alimenta el río Maullín.

Chapo que alimenta el río Chamiza o Coihúin.

Todos los Santos o Esmeralda y Cayutué que forman el río Petrohue.

Tagua-Tagua e Interior que alimentan el río Puelo.

Caracterizan esta región las siguientes circunstancias:

1.ª Los regímenes pluviales de sus ríos, con las mayores precipitaciones en otoño e invierno, precisamente cuanto los gastos de los ríos glaciales de la 3.ª y de la 4.ª región son menores.

2.ª Los cuantiosos recursos de generación hidro-eléctrica, probablemente mayores que en cualquiera de las otras regiones del país.

3.ª Las grandes capacidades naturales de acumulación y de regularización consiguiente que presentan sus lagos, susceptibles de ser mejoradas artificialmente.

4.ª La existencia posible de apreciables reservas de carbones inferiores.

5.ª El importante aspecto de la navegabilidad permanente de ciertos tramos de sus ríos, lo que sumado a los puntos 2.º, 3.º y 4.º, parecen dar a esta región condiciones muy favorables para el desarrollo de la industria pesada y la de grandes consumos de energía eléctrica.

El centro de gravedad de las capacidades generadoras de esta región, parece ser la ciudad de La Unión, y el de sus consumos, la ciudad de Valdivia.

La electrificación en esta región, debería hacerse también, como en las dos de más al norte, mediante una vértebra propia, en sentido longitudinal, contemplando la interconexión futura del centro de gravedad de sus capacidades generadoras con iguales centros de las dos o tres regiones de más al norte.

La generación de energía sería casi exclusivamente hidro-eléctrica, mediante centrales, en donde sea posible, del tipo de embalse o de acumulación. Se debería prever también, para el futuro, la posibilidad de instalar algunas plantas generadoras termo-eléctricas, en yacimientos importantes de carbón que puedan descubrirse, o en núcleos fuertes de consumos, como centrales de reserva o para el servicio de las puntas extremas de carga del diagrama de consumos.

Los más fuertes consumos futuros, en orden de importancia, serían probablemente, la industria pesada, la electro-metalúrgica y electro-química, la industria manufacturera de exportación, la de grandes consumos de energía eléctrica barata, la electrificación de los ferrocarriles y el servicio público.

6.ª y 7.ª Regiones:

Puerto Montt a Golfo Penas 560 Kms.—Golfo Penas a Punta Arenas 670 Kms.— Creemos que, en la primera de estas regiones, pueden presentarse importantes recursos generadores hidro-eléctricos.

Conocemos sólo en forma muy imperfecta las características de estas regiones geográficas. En todo caso, ellas corresponderían a desarrollos futuros que no trataremos en el presente trabajo.

4.º POSIBILIDADES TÉCNICAS DE INTERCONEXIONES FUTURAS DE LOS CENTROS DE GRAVEDAD DE LAS DIFERENTES REGIONES GEOGRÁFICAS

Las regiones geográficas cuya interconexión aparece probable en un futuro menos lejano, serían a nuestro juicio las siguientes, en orden de precedencia:

a) La 5.ª (Temuco—Puerto Montt) con la 4.ª (Linares—Temuco).

b) La 3.ª (Petorca—Linares) con la 2.ª (Vicuña—Petorca).

c) La 4.ª (Linares—Temuco) con la 3.ª (Petorca—Linares).

Las distancias aproximadas, en línea recta, entre los centros de gravedad de las capacidades generadoras de cada región geográfica, serían las siguientes:

DISTANCIAS ENTRE CENTROS DE GRAVEDAD DE REGIONES

Región	Límites de N. a S.	Centro de gravedad	Distancias aproximadas	
			Entre regiones vecinas Kms. (1)	Entre otras Kms.
2.ª	Vicuña Petorca	Ovalle	330 (b)	770
3.ª	Petorca Linares	Santiago		
4.ª	Linares Temuco	San Rosendo..	440 (c)	770
5.ª	Temuco Puerto Montt	La Unión		
			330 (a)	

(1) Las letras (a) hasta (c) significan, como se ha expresado al principio de este acápite, el orden probable de precedencia en el futuro.

Resumamos ahora los puntos culminantes de la práctica actual en transportes de la energía eléctrica a larga distancia.

La línea que transmite la energía eléctrica del Boulder Dam, Estados Unidos de N. A. a 300 millas, o sea 483 Kms., opera desde el año 1936 a 287,500 Volts, el más alto voltaje usado en la práctica hasta la fecha. (Electrical Journal Jun. 1938, pág. 247)

El conocido profesor de Economía Eléctrica, de la Escuela Técnica Superior de Charlottenburg, Berlín, Alemania; Dr. Walther Windel, en su obra «Aufbau und Entwicklungsmöglichkeiten der europäischen Electrizitätswirtschaft», Edición 1928, pág. 205, sostiene que hoy en día es posible transmitir económicamente un millón de K. W. con un voltaje de 380,000 Volts. a 1,000 kilómetros.

Los ingleses proyectan, en el Egipto, el desarrollo de 200,000 K. W.—en el futuro 500,000—en Assuan, sobre el Nilo, para transmitir dicha energía al Cairo, a

540 millas (880 Kms.), con una posible extensión hasta Alejandría, a un total de 660 millas (1,060 Kms.). Para dicho proyecto, se han mencionado seriamente voltajes tan altos como los de 450 a 550 mil volts. (Electrical Journal, Jun. 1938, pág. 234).

No constituye pues hoy en día un problema técnico insoluble, la interconexión de los centros de gravedad de las regiones geográficas vecinas en nuestro país. Menos lo será en el futuro, dado el rápido avance de la ciencia, cuando llegue el momento de hacerlo y, en un futuro más lejano, cuando haya que hacer pulsar la energía eléctrica entre la 3.ª y la 5.ª región geográfica, con sus 770 Kms. de separación entre los centros de gravedad respectivos.

5.º ETAPAS DEL PLAN DE ELECTRIFICACIÓN DEL PAÍS Y DIRECTIVAS QUE DEBERÍAN SEGUIRSE PARA SU DESARROLLO ARMÓNICO

Hemos descrito anteriormente las regiones geográficas en que podría ser dividido el país, con las características generales de cada una de ellas. Así mismo hemos demostrado la posibilidad técnica de interconectar, en el futuro, los centros de gravedad de las regiones centrales.

Concebimos ahora, el desarrollo del plan de electrificación del país, como dividido en tres etapas características.

La duración de cada etapa, será naturalmente diversa para cada región; pero es muy probable que, mediante una política de fomento racional, las regiones 3.ª, 4.ª y 5.ª, o sea desde Petorca hasta Puerto Montt; quizás también la 2.ª, desde Vicuña a Petorca, puedan ser desarrolladas en forma armónica.

Describiremos las citadas tres etapas de desarrollo del plan de electrificación para las regiones geográficas centrales, o sea las 2.ª, 3.ª, 4.ª y 5.ª, que abarcan, como se ha dicho, desde Vicuña, frente a Coquimbo, hasta Puerto Montt.

PRIMERA ETAPA

Desarrollo aislado de las regiones geográficas

Se procedería al desarrollo de cada región geográfica aisladamente, fomentando y abasteciendo sus consumos de energía, mediante el aprovechamiento de las fuentes generadoras propias de cada región, y de sistemas de transmisión y distribución primaria en grandes bloques y en alta tensión de la energía eléctrica; con vértebras longitudinales para las regiones 3.ª, 4.ª y 5.ª; transversales para la 1.ª y mixta para la 2.ª.

La generación.—En cuanto a las fuentes generadoras, se utilizarían los recursos hidro y termo-eléctricos más favorables, o sea los de más económico aprovechamiento, que denominaremos «de primera instalación». En los proyectos de las plantas hidro-eléctricas de regímenes glaciales y sin acumulación, de las regiones 3.ª y 4.ª, se debería prever la posibilidad futura de aumentar sus capacidades instaladas para años menores del 80 a 90%. Para las centrales de regímenes pluviales con capacidades de almacenamiento, como algunas de la región 4.ª y la mayoría de la 5.ª, se las proyectaría contemplando la posibilidad futura de aumentar sus capacidades de embalse o

almacenamiento; o sea, para poder acentuar en ellas, en el futuro, sus características de plantas de embalse con funcionamiento a factores de carga bajos.

La distribución.—En lo que se refiere a las vértebras de transmisión y distribución primaria de la energía eléctrica, los voltajes que se adopte serían los necesarios para la económica distribución dentro de la respectiva región aislada. En los proyectos, se debería contemplar la posibilidad futura de interconexiones entre los centros de gravedad de las generaciones de cada región con sus vecinas.

Los consumos.—Los precios medios de venta de la energía eléctrica en grandes bloques y en alta tensión, entregada en las sub-estaciones primarias, se deberían calcular en forma armónica; iguales en cada región y diferentes entre estas, para propender a que las industrias de grandes consumos de energía, tiendan por si solas a buscar su ubicación en las regiones más favorecidas por la magnitud y la economía de sus recursos generadores. En esta forma se dejarían las disponibilidades de energía de las demás regiones, para el servicio de los consumos propios e inamovibles, como así mismo para las industrias manufactureras que sirvan mercados regionales y cuyos costos de transporte de la materia prima o de los productos elaborados hagan anti-económico la ubicación de la referida industria fuera de la región de su mercado.

SEGUNDA ETAPA

Interconexión entre regiones geográficas y preparación para la tercera etapa final

Se iniciaría esta segunda etapa, cuando los consumos de energía eléctrica en cualquiera de las regiones, a pesar del encauzamiento hecho durante la primera etapa, mediante los precios medios de venta, tiendan a sobrepasar las capacidades generadoras propias de cada región.

Se procedería entonces a desarrollar los recursos generadores de «segunda instalación», o a interconectar, si ello fuese más económico, el centro de gravedad de los consumos de la región en déficit, con los centros de gravedad de las capacidades generadoras de las regiones vecinas en superávit.

Las citadas líneas serían de alta tensión, de simple interconexión, sin consumos en camino; cuya construcción, como lo hemos visto, no es ya hoy en día problema técnico insoluble.

Tendrían el carácter de líneas abastecedoras de los déficits de consumos no cubiertos, para una región, con sus recursos propios, y seguramente habría que calcularlas para transportar dichos bloques de energía desde el sur hacia el norte.

Durante esta misma segunda etapa, debería iniciarse, poco a poco, la preparación para la tercera etapa final. Dicha labor de preparación tendría las siguientes directivas:

a) El aumento de las capacidades generadoras instaladas en las plantas hidro-eléctricas de regímenes glaciales sin acumulación, o plantas «de pasada», en las regiones 3.ª y 4.ª, haciéndolas tender, en forma gradual, hacia los años 40 y aún 30%. Se contribuiría a que esta labor fuese económicamente posible y con grandes beneficios inmediatos para el país, mediante el desarrollo, en forma gradual, del regadío mecánico en las regiones geográficas 2.ª y 3.ª y 4.ª. Se proporcionaría así a las plantas

generadoras de regímenes glaciales, consumos en primavera y verano, precisamente en la temporada de riego y de abundancia de agua.

b) El aumento paulatino, y a medida de las necesidades, de las capacidades de acumulación de las plantas hidro-eléctricas del tipo de embalse en la 4.ª y especialmente en la 5.ª región. Paralelamente, y según las demandas de los consumos de energía eléctrica o la necesidad de fomentarlos, se aumentaría gradualmente la capacidad generadora instalada de las citadas plantas de las regiones 4.ª y 5.ª, haciéndolas tender hacia el servicio de factores de carga alrededor del 30%.

c) El desarrollo adicional paulatino de los recursos generadores hidro-eléctricos de «segunda instalación», y de plantas generadoras termo-eléctricas de reserva o para el servicio de puntas extremas de carga del diagrama de los consumos.

TERCERA ETAPA FINAL

Interconexión para pulsaciones estacionales y diurnas de la energía eléctrica entre las regiones geográficas

Pleno aprovechamiento de los recursos generadores de energía eléctrica

Caracterizaría el comienzo de esta etapa final, el debido desarrollo de los consumos de energía en las regiones 3.ª, 4.ª y 5.ª, quizás también en la 2.ª; y el satisfactorio avance de los trabajos preparatorios enumerados en a), b) y c) de la segunda etapa.

Se procedería, en esta tercera etapa, a completar las interconexiones entre los centros de gravedad de las regiones 3.ª, 4.ª y 5.ª, quizás también de la 2.ª, y se reajustarían dichas líneas de unión para mayores capacidades y para un funcionamiento de va y ven o pulsatorio de la energía transmitida por ellas.

Además, se completaría en forma gradual, y a medida de las necesidades, el programa a) hasta c) iniciado y avanzado durante la segunda etapa.

Se colocaría entonces, el sistema interconectado de las regiones geográficas 2.ª, 3.ª, 4.ª y 5.ª, bajo el gobierno de un despachador general de carga, quien comandaría las generaciones de las cuatro regiones en conjunto, en la forma coordinada siguiente.

Durante la primavera y el verano, dirigiría seguramente la energía eléctrica desde el norte hacia el sur, debido a los grandes caudales de agua provenientes de los deshielos en las centrales generadoras de regímenes glaciales de la 3.ª y 4.ª región geográfica, y a la escasez de precipitaciones hidrológicas en la 4.ª y 5.ª.

Durante el otoño y el invierno, el proceso sería inverso, y la energía sería dirigida desde el sur hacia el norte.

Durante las noches, una vez pasadas las horas de máximo consumo, y durante los días festivos; el despachador disminuiría el aporte de las plantas generadoras del tipo de embalse que predominarían en la 4.ª y especialmente en la 5.ª región, y cargaría el peso del servicio sobre las plantas «de pasada» que predominan en la tercera región, acumulando así el agua en los embalses de aquellas.

Durante el día, y especialmente durante las horas de las puntas o máximos de carga, vaciaría el despachador sobre el sistema el total de las capacidades generadoras.

En estas pulsaciones armónicas de la carga, estacionales y diurnas, de norte a sur y vice-versa, el juego principal se haría probablemente entre la tercera y la quinta

región. La cuarta región geográfica, intermedia de las anteriores, con sus recursos de generación termo-eléctrica y el régimen mixto glacial-pluvial de sus ríos, representaría un regulador ideal en el citado juego.

En la forma descrita, y con el auxilio de plantas generadoras termo-eléctricas bien concebidas y racionalmente ubicadas, se aprovecharía, en el futuro, el máximo de los recursos generadores de energía del país, con la mayor economía y sin desperdicio alguno de ellos.

6.º PRECIOS MEDIOS DE VENTA ARMÓNICOS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA, EN ALTA TENSIÓN Y GRANDES BLOQUES, EN LAS DIFERENTES REGIONES DEL PAÍS

La fijación, desde un principio, de precios medios armónicos de venta de la energía eléctrica, que el Estado entregue en alta tensión y grandes bloques en las subestaciones primarias del sistema, debería hacerse de acuerdo con las siguientes directivas principales.

1. «El suministro de la energía eléctrica primaria sin finalidad de lucro, sino que, como medio de fomento de las actividades productoras del país y del bienestar de sus habitantes».

Si bien, el Estado no debería exigir intereses directos por los capitales invertidos en las primeras etapas del sistema, sino que sólo al consolidarse en definitiva el funcionamiento de la tercera etapa; será necesario y conveniente la asignación de cuotas, por unidad de energía, que se destinarían a extensiones del sistema. El monto de estas cuotas debería graduarse en función de la velocidad que se desee imprimir al desarrollo de los consumos de una región; de los costos unitarios de la energía y de la capacidad financiera que el Estado pueda o quiera comprometer en el desarrollo del plan de electrificación de la citada región geográfica.

2. «La estabilidad de los precios medios de venta de la energía eléctrica, durante los más largos períodos de tiempo posibles; para permitir que se constituyan y desarrolen, a su amparo, las inversiones e intereses ligados al aprovechamiento de dicha energía».

Así, los precios medios de venta de la energía eléctrica, deberían ser iguales para una región determinada, y, calculados, desde un principio, no sólo para contribuir con cuotas prudentes a la extensión de los servicios, como se ha mencionado anteriormente; sino que también para hacer económicamente posible el desarrollo de las capacidades generadoras propias de la región durante una etapa determinada, fuentes cuyos costos de desarrollo y de explotación serán necesariamente diferentes.

3. «La necesidad de agrupar, en las regiones más favorecidas con recursos generadores hidro-eléctricos, aquellas industrias de grandes consumos de energía eléctrica, para reservar así, en las otras regiones, sus recursos generadores propios, para el servicio público y para aquellos consumos arraigados a las regiones respectivas».

Como consecuencia de este principio, los precios medios de venta de la energía eléctrica primaria, iguales en cada región, deberían ser diferentes entre una región y otra. La escala o cuantía de estas diferencias entre regiones se graduaría, por un lado, en función de la magnitud de los recursos generadores disponibles en las regiones y del monto de sus respectivos costos de explotación. Por otro lado, se graduaría también en función del costo de los transportes de las materias primas y de los productos elaborados de las industrias, cuya mejor ubicación se considerase conveniente encauzar.

* * *

Se deduce, de las consideraciones anteriores, que la fijación de los precios medios armónicos de venta de la energía eléctrica primaria, es un problema complejo, para cuya debida solución faltarían por el momento los antecedentes necesarios.

Sobre la base del conocimiento general que tenemos del problema, y sólo en carácter meramente ilustrativo para concretar ideas, damos a continuación un cuadro, que podría servir para una primera aproximación preliminar del problema.

CUADRO PRELIMINAR ILUSTRATIVO DEL PRECIO MEDIO DE VENTA DE LA ENERGIA EN LAS DIFERENTES REGIONES DEL PAIS

Factor Carga %	Uso Anual Horas	Precios medios de venta del KWH, en centavos de peso para Regiones				Tipo del Consumo
		2. ^a Cent.	3. ^a Cent.	4. ^a Cent.	5. ^a Cent.	
30	2630	30,6	26,0	21,4	17,0	Servicio público, incluso industrias medianas.
40	3500	23,0	19,5	16,1	12,7	
46	4020	20,0	17,0	14,0	11,0	
50	4380	18,3	15,6	12,8	10,2	
60	5250	15,3	13,0	10,7	8,5	
65	5700	14,1	12,0	9,9	7,9	Electrificación FF. CC. del E.
70	6130	13,1	11,1	9,2	7,3	Grandes industrias Altos Hornos, electro-químicas o similares.
75	6560	12,3	10,4	8,6	6,8	

NOTA.—Los precios indicados, que como se ha dicho, son meramente ilustrativos, contienen cuotas prudentes para extensiones del servicio.

Santiago, 12 de agosto de 1938.