

La Energía en Chile

I. La energía y el progreso material de las naciones

El desarrollo económico de los pueblos reducido a su esencia, es simplemente una medida de la habilidad del hombre para controlar la naturaleza alrededor de él. Mientras el individuo sólo dispone de su propio esfuerzo, apenas alcanza a producir para las necesidades más primordiales y las relaciones entre el hombre y su ambiente se transforman en una mera lucha de supervivencia, desapareciendo todo esfuerzo a largo plazo que signifique un mejoramiento futuro de las condiciones de vida. La alimentación es, sin duda, la necesidad básica de la vida; si es necesario, todo el trabajo humano será consumido en obtenerla. Mientras menos esfuerzo se gaste en conseguir esta alimentación, más tiempo tendrá disponible la población para producir otros bienes que puedan formar una civilización próspera y progresista.

Por tanto, sólo al introducir el campesino el uso de la energía animal es cuando su capacidad de producción se encuentra por primera vez ampliada en una proporción adecuada para iniciar el progreso. Y este hecho trascendental se produjo hace apenas diez mil años, a las puertas mismas de la Historia. Sólo entonces el ritmo de avance cultural cambia y en pocos siglos la humanidad realiza progresos muchas veces superiores a los alcanzados en el millón de años precedente, pues por primera vez el hombre dispone de fuentes de energía otras que su propio esfuerzo y está en condiciones de realizar un trabajo suficiente que le permita modificar el ambiente en que vive.

A partir de este momento el avance de la civilización material sigue un desarrollo paralelo al de las fuentes de energía: la leña, el agua, el viento, el carbón y el petróleo son otros tantos recursos que el hombre ha introducido como palancas esenciales que han impulsado los progresos de la economía y de la producción. Hoy día vivimos la era del maquinismo, pero éste no es concebible a la escala que ha alcanzado sin el desarrollo del uso intensivo de la Energía Exterior, es decir, de aquella que es independiente

de la fuerza humana. El volumen de la producción se ha multiplicado muchas veces en el curso de los últimos doscientos años, a partir de la invención de la máquina a vapor, precisamente por el perfeccionamiento en la producción y el uso de Energía Exterior. La energía en sí no constituye en general sino una fracción pequeña del valor de la producción así como el agua en la agricultura no es sino una fracción insignificante del costo del producto agrícola, pero ambos son elementos indispensables.

Hoy día no existe ninguna actividad humana en la cual la energía, en especial bajo su forma más moderna de la electricidad, no esté adquiriendo más y más importancia como único medio de economizar esfuerzos y de aumentar la producción per cápita. Un solo ejemplo aclarará mejor esta importancia de la energía en la producción. El trabajo físico de un hombre en 300 jornadas de 8 horas, paleando, cargando pesos, operando una bomba, subiendo cargas en una polea, empujando carretillas, etc., equivale apenas a 100 KWH. Ahora bien, por habitante activo y sólo en forma de electricidad, en Chile se consumen 1.200 KWH al año, es decir, por cada habitante que trabaja hay actualmente disponible en esta forma la energía equivalente al trabajo físico de doce hombres. Este solo ejemplo revela la importancia que tiene hoy día la energía en el progreso y la riqueza de los países, y así como en la antigüedad la riqueza de los individuos y de los pueblos se medía por el número de esclavos o siervos que podían realizar los trabajos necesarios a la producción, hoy día el índice más claro del progreso material de las naciones es el número de esclavos energéticos de que puede disponer un país por cada habitante. La energía es la justificación de esta verdadera "paradoja económica" que sorprendió a los economistas y sociólogos de principios de este siglo, al constatar que gracias a los perfeccionamientos introducidos en la producción, era posible fabricar productos más baratos, con materias primas más caras, con salarios más elevados, menos horas de trabajo y mayores beneficios para la colectividad.

De ahí también el hecho constatado de que mientras mayor es el consumo de energía por habitante en un país, mayor es su producción per cápita y, por lo tanto, más elevada su renta y su standard de vida. Por ello es también que los organismos internacionales preocupados del desarrollo de los países atrasados dan especial importancia a los programas referentes al transporte y a la energía como servicios básicos, sin los cuales estos países no pueden aumentar su producción por hombre y consecuentemente no pueden producir el capital necesario precisamente para continuar el desarrollo que se persigue.

II. Fuentes de energía y su consumo en el mundo

Si la energía constituye el factor esencial en el progreso de nuestra civilización, ¿cuáles son estos recursos de energía? ¿Cuál es la situación de nuestro país a este respecto? El consumo mundial de energía ha evolucionado como sigue:

CUADRO Nº 1

Energía inanimada consumida en el Mundo (1) (1850-1952)

Año	Energía total (10 ⁶ Tons)	Carbón (todas formas)	Petróleo y gas y derivados	Madera combustible	Energía hidráulica.	Otras fuentes
1850	297	27,6%	—	67,5%	—	4,9
1875	558	51,3%	2,0%	44,7%	—	2,0%
1900	1185	69,0%	4,0%	25,1%	0,8%	1,1%
1930	2129	65,5%	15,9%	11,7%	5,2%	1,7%
1947	2295	52,8%	24,8%	10,1%	10,7%	1,6%
1952	3600	51,0%	27,0%	9,0%	11,0%	2,0%

NOTA: Para el cálculo de este cuadro se han usado las siguientes equivalencias: Energía Total expresada en millones de toneladas de carbón equivalente: 1 Ton. carbón = 0,7 Ton. petróleo = 750 m3 de gas natural = 2 m3 de madera sólida = 1000 kwh.

La energía inanimada actualmente en uso en el mundo proviene de cuatro fuentes principales: el carbón, que suministra aproximadamente el 51% de las necesidades, el petróleo y el gas natural el 27%, la madera el 9%, el agua el 11% y el 2% restante en fuentes varias, tales como el alcohol, desechos industriales y otros. En cada país la composición de la energía consumida depende de su grado de desarrollo y de los recursos naturales que le son propios, pues dada la trascendencia fundamental que tiene la energía en la marcha de la economía, todas las naciones tienen la tendencia lógica a procurar su abastecimiento en la mayor proporción posible de fuentes nacionales, aún cuando éstas no resulten las más favorables desde el punto de vista de los costos.

Llama primeramente la atención la importancia que representa todavía la madera dentro de los consumos. A este respecto es necesario hacer dos observaciones inmediatas que sitúan este problema: hace apenas 100 años la madera representaba el 70% de la energía exterior consumida, y ahora menos del 10%, de modo que ha perdido ya la mayor parte de su importancia. El consumo que actualmente se hace de ella es principalmente como combustible doméstico para calefacción y preparación de alimentos en áreas rurales, donde la dispersión de las poblaciones y la cercanía del bosque hacen de la leña el combustible de más fácil obtención y de menor costo. El otro consumo energético es el de los desechos en las industrias de la madera.

En realidad, la producción de energía está basada fundamentalmente en el uso del carbón, del petróleo y de la energía hidráulica. Desgraciadamente, los dos combustibles fósiles mencionados primero se encuentran extraordinariamente mal repartidos en el mundo.

Así, refiriéndonos al carbón, que es aún hoy día el recurso energético más importante, la reserva término medio mundial por habitante ha si-

(1) Recopilación y confrontación de numerosas fuentes estadísticas del Ing. R. Sáez.

do estimada en 2.340 toneladas (2), pero mientras Europa tiene 1.640 toneladas por habitante, Africa 1.100 y Asia sólo 895; Rusia en cambio tiene 5.800 toneladas y América del Norte 15.100 toneladas. Frente a estas cifras, América Latina aparece como el pariente pobre con sólo 25,6 toneladas por habitante, es decir, apenas el 1% del término medio mundial (3). Si consideramos en especial el caso de nuestro país, las reservas aceptadas hoy día como posibles, según la Geografía Económica publicada por la Corporación de Fomento, son sólo de 85 toneladas por habitante, es decir, bastante más que el promedio de la América Latina, pero siempre una cifra insignificante frente a las disponibilidades de este recurso en el mundo.

En cuanto al petróleo, incluso los esquistos y los asfaltos que pueden destilarse para producirlo, se puede hablar de una reserva mundial posible equivalente al 10% de las reservas de carbón, es decir, el petróleo, desde el punto de vista mundial, es de una muy pequeña importancia comparado con el carbón (4). También la distribución mundial de las reservas de petróleo es muy desigual, pues, del total de las reservas continentales consideradas posibles, 25% se encuentra en Norte América, 25% en Rusia, 25% en el Cercano y Medio Oriente y el 25% restante se reparte en el resto del mundo, correspondiéndole a Sud América aproximadamente un 12%. La poca importancia absoluta de las reservas de petróleo en el mundo y el porcentaje reducido de estas reservas que están en América Latina, nos hacen comprender que tampoco el petróleo representa una reserva energética de interés para el futuro a largo plazo de nuestro Continente.

Frente a estos hechos, ¿cuál es la situación en cuanto a energía hidráulica? Desde luego, este recurso se encuentra mucho mejor repartido en el mundo que los recursos de combustibles fósiles. De varios estudios generales realizados, se desprende que el potencial hidráulico existente en el mundo podría equiparse para producir en total unos 1.500 millones de KW, es decir, algo así como siete veces el total de la capacidad actual de producción de electricidad del mundo. Este potencial se encuentra repartido aproximadamente como sigue:

CUADRO Nº 2

Potencial hidroeléctrico mundial

Europa	153.000.000 kw	10,3%
Africa	612.000.000 "	41,2%
Asia sin Rusia	54.000.000 "	3,6%
Rusia	285.000.000 "	19,0%

(2) Reserva mundial expresada en carbón de 8.000 calorías, 5.460.000.000.000 toneladas.

(3) Para hacer estos cálculos se han utilizado cifras de población del año 1948.

(4) Las reservas actualmente cubiertas de petróleo no alcanzan a más de 12 mil millones de toneladas; algo así como el consumo de 18 años.

Australasia	45.000.000 "	3,0%
América del Norte	189.000.000 "	12,7%
América del Sur	150.000.000 "	10,2%
M U N D O	1.488.000.000 kw	100,0%

El simple examen de las cifras anteriores revela que esta fuente de energía se encuentra más o menos bien repartida.

Tampoco América Latina es la más favorecida en cuanto a la cuota que le ha correspondido, ya que su potencial hidráulico por km.² es de 6,4 KW contra un promedio mundial de 11 KW; pero la energía total que representan las reservas hidráulicas de Sud América son cuantiosas y ellas le permitirán, en gran parte, resolver su problema futuro de abastecimiento adecuado. En realidad, el agua de los recursos conocidos es el que les asegura al Africa y sobre todo a Sud América una solución de su problema energético y que les permitirá competir en el futuro con los países altamente industrializados, en general ricos en otros recursos de energía.

Es efectivo que en el mundo existen otros cuantiosos recursos energéticos fuera de los cuatro ya nombrados y que tienen hasta hoy día un muy pequeño aprovechamiento. Nos referimos en particular al viento, a la energía térmica de los mares y a las mareas, a la energía telúrica del interior de la tierra y a sus manifestaciones externas y, muy principalmente, a la energía del sol y a la energía atómica. Es posible que estos nuevos recursos puestos en explotación industrial en los próximos decenios puedan modificar cualquier conclusión que se quisiera obtener hoy en día. En particular, la energía nuclear por su facilidad de transporte es probable que esté disponible para cualquier país del mundo en igualdad de condiciones, siempre que resuelva la multitud de problemas técnicos que hoy día impiden su aprovechamiento más allá del laboratorio. Pero cualquiera que sea la evolución futura, una afirmación queda en pie, en cuanto a que los recursos hidráulicos son la fuente energética de más valor que hoy día pueden aprovechar los países de nuestro continente.

Es importante, por último, tener presente que, además de los recursos de energía inanimada, la humanidad dispone de dos otras fuentes de energía, que son: la energía de los animales de labor y la energía física humana. Como un dato ilustrativo para situar la importancia de estos recursos en el panorama de la energía mundial, hemos preparado un cuadro en el que hemos hecho una estimación de estos recursos en los últimos cien años. Naturalmente, para llegar a estos resultados ha sido necesario que aceptemos cierto número de hipótesis que dan a las cifras sólo un valor relativo:

Del cuadro se desprende que la energía animal ha perdido considerablemente en importancia. Debe pensarse que en 1850 la única fuerza de trabajo en el campo y el principal medio de transporte era la energía animal y que gran parte de estas dos aplicaciones han sido reemplazadas por medios mecánicos en el período 1900-1950.

En cuanto a la energía humana (5) su valor ha permanecido más o menos constante en los 100 años examinados, debido a que si bien ha aumentado considerablemente la población activa, ha disminuído prácticamente al 60% el número de horas trabajadas. También es conveniente señalar que el número de personas activas que realizan trabajo físico ha disminuído considerablemente.

CUADRO Nº 3

Energía total consumida en el Mundo (1850-1952)

Año	Energía humana (6)	Energía animal (7)	Energía inanimada	Energía total			
Millones de toneladas de carbón					%		
1850	75,5	603,0	297	975,5	7,8	61,7	30,5
1875	82,5	660,0	558	1300,5	6,3	50,6	43,1
1900	89,0	715,0	1185	1989,0	4,5	35,9	59,6
1930	86,2	431,0	2129	2646,2	3,3	16,2	80,5
1947	88,5	300,0	2995	3383,5	2,6	8,9	88,5
1952	90,0	300,0	3600	3990,0	2,3	7,2	90,5

NOTA: (6) Calculado sobre la base de la población activa, el número de horas trabajadas por semana y 25 hombres-hora = 1 kg. carbón.

NOTA: (7) Para el trabajo de los animales de labor se ha hecho el cálculo sobre las siguientes bases por hora trabajada:

caballo = 1,33 bueyes = 2 mulas = 4 asnos = 1 HP-hora = 0,74 kg. carbón.

Las horas medias trabajadas y el número de animales de labor han sido estimadas por comparación con datos conocidos de acuerdo con las mejores informaciones disponibles.

En otras palabras, hoy día sólo el desarrollo de la energía inanimada tiene realmente importancia para el futuro progreso de los pueblos.

III. Chile y sus recursos de carbón, petróleo y leña

Chile posee los cuatro recursos de energía que actualmente se utilizan en gran escala en el mundo, a saber: carbón, petróleo, leña y energía hidráulica. Sin embargo, el petróleo, usado hoy día en escala muy impor-

(5) En otros cálculos es usual tomar para este cálculo el total de la población del Mundo partiendo para ello del criterio que todo ser humano consume energía aún cuando no realice actividad productora. En el presente estudio se ha considerado sólo la población activa pero para aplicar el otro criterio mencionado bastaría multiplicar las cifras de trabajo humano por 2,5 aproximadamente.

tante, es enteramente importado, ya que el reciente descubrimiento de yacimientos comerciales todavía no ha dado nacimiento a una industria nacional de este combustible (8).

A. *Carbón*. Los recursos de carbón de Chile son bastante limitados. Geológicamente los yacimientos carboníferos chilenos se encuentran en el triásico cretáceo y terciario. Según la calidad de los carbones se pueden señalar yacimientos de antracita, hullas y lignitos, pero sólo estos dos últimos tienen importancia económica.

Los yacimientos conocidos de antracita son La Ternera en Copiapó, Quilacoya cerca de Concepción y Nielol en la provincia de Cautín. La importancia económica de ellos es muy pequeña.

Los principales yacimientos de hullas y lignitos conocidos están en las provincias de Concepción, Arauco, Valdivia, Llanquihue y Magallanes.

Las reservas se estiman como sigue:

CUADRO Nº 4

Reservas de carbón (9) (Toneladas)

Yacimientos	A la vista	Probable	Posible
Golfo de Arauco	50.000.000	25.000.000	100.000.000
Provincia de Arauco	5.000.000	10.000.000	100.000.000
	-----	-----	-----
Total carbones pesados	55.000.000	35.000.000	200.000.000
Bahía de Talcahuano	1.000.000	1.000.000	?
Frontera	500.000	1.000.000	?
Magallanes	5.000.000	400.000.000	?
	-----	-----	
Total carbones livianos	6.500.00	402.000.000	

Las cifras anteriores son bastante desalentadoras, pues dan una reserva total muy pequeña. Sin embargo, Wenzel manifiesta que "este hecho puede modificarse consultando un amplio plan de reconocimiento que comprenda todas las cuencas carboneras del país, desde Concepción hasta Magallanes, ya que tan sólo el 5% de las cuencas que contienen mantos de carbón, se encuentran abiertas y cuentan con adecuado trabajo de reconocimiento, mientras que las posibilidades sobre el 95% restante permanecen ocultas".

En consecuencia, es posible esperar en el futuro una ampliación de nuestras reservas de carbón, como lo demuestran, por ejemplo, los primeros resultados del reconocimiento sistemático realizado en los últimos ocho años en la provincia de Arauco, que han permitido comprobar la existen-

(8) El petróleo crudo producido en Tierra del Fuego (más o menos 180.000 m³ anuales) es exportado al Uruguay.

(9) Geografía Económica de Chile, Corporación de Fomento.

cia de dos horizontes carboníferos separados por potentes capas marinas, que aumentan las posibilidades de nuestras hullas. Se comprende que es indispensable mejorar el conocimiento de nuestras reservas de este combustible, ya que al ritmo actual de consumo y crecimiento, el total de las reservas anteriores no alcanzarán a durar probablemente 70 años, lapso extremadamente corto en la vida de un pueblo. Esta escasez de reservas de carbón implica naturalmente una directiva en su aprovechamiento, sobre la cual volveremos más adelante. Las características de los principales carbones chilenos se han resumido en el cuadro N° 5.

CUADRO N° 5 (10)

Características de los carbones chilenos

	Humedad %	Cenizas %	Carbono fijo %	Materias vo- látiles %	Carbono puro %	Mat. volátiles del carb. %	Poder caloríf. super. del carb. puro calorías	Peso especí- fico
Carbones pesados:								
Schwager	2,38	5,06	51,1	41,5	92,6	44,8	8.010	1.270
Lota	2,77	4,41	52,3	40,4	92,7	43,6	8.370	1.285
Manto Grande	5,00	4,50	46,9	43,6	90,5	48,2	8.200	—
Lebu	1,71	7,17	50,4	40,7	91,1	44,7	7.820	1.023
Carbones livianos:								
Lirquén	13,25	10,25	40,7	35,8	96,5	46,8	7.730	1.026
Mafil	11,6	10,7	39,3	39,0	78,3	50,2	7.140	—
Magallanes	17,64	9,91	30,3	41,7	72,0	57,8	6.400	—

Desde el punto de vista comercial, los carbones que se entregan al mercado consumidor, tienen los siguientes poderes caloríficos:

Hullas de Lota y Schwager	7.870	calorías
Hullas de la provincia de Arauco	7.300	"
Lignitos de Lirquén y Cosmitos	6.270	"
Lignitos de Valdivia, Llanquihue y Magallanes	4-5.000	"

Con los valores anteriores se puede estimar grosso modo, que las reservas a la vista y probable de los carbones chilenos alcanzan a 294.000.000 de toneladas de carbón (expresado en carbón de 8.000 calorías) e incluso las reservas posibles, la cifra se eleva a 494.000.000 toneladas.

En Chile existen también algunos yacimientos de turbas que en general no se explotan. Se señalan, por ejemplo, en algunos valles de la Zona Central, como en Panquehue (Valle del Aconcagua). Los principales yacimientos, sin embargo, son los existentes en la Isla Grande de Tierra

del Fuego. No conocemos datos concretos sobre las reservas de estos yacimientos; la turba, según la especie de planta que ha contribuido a formarla y su estado, tiene un poder calorífico que fluctúa entre 3.000 y 4.500 calorías.

Las reservas totales de combustibles sólidos de Chile alcanzan más o menos a 85 toneladas por habitante, valor que coloca a nuestro país en situación privilegiada frente a las demás naciones latinoamericanas. Sin embargo, en relación al promedio mundial de reservas de carbón ya señalado de 2.340 toneladas por habitante, debemos considerar la situación de nuestro país como muy precaria, aspecto que debe tenerse presente en cualquier política energética que se desee desarrollar.

La situación en materia de carbón puede modificarse favorablemente si los pronósticos sobre los carbones de Magallanes se ven confirmados por estudios posteriores. En efecto, en el curso de las explotaciones petrolíferas que se realizan en la región, se han cortado numerosos mantos de carbón a diversas profundidades, que reconocidos en forma más definitiva podrían modificar sustancialmente las cifras de las reservas magallánicas hasta valores que se hacen subir entre 5 mil y 30 mil millones de toneladas. Considerando sólo la menor de estas cifras, la reserva de Chile expresada en carbón de 8.000 calorías subiría a 500 toneladas por habitante.

B. *Petróleo*. Por el momento, de las tres grandes zonas potencialmente susceptibles de contener petróleo, la Puna de Atacama, la Cuenca de Arauco y el territorio de Magallanes, sólo una parte de esta última está siendo sometida a exploraciones sistemáticas con resultados muy valiosos para nuestra economía.

Hace ya más de 40 años, algunas empresas particulares iniciaron las explotaciones con la perforación de pozos ubicados al azar en la vecindad de la ciudad de Punta Arenas. Alrededor de 1917 cesó la actividad particular después de haberse completado unos 10 sondeos a profundidades variables entre 200 y 800 metros, que totalizaron 5.000 m. de perforación.

Transcurrido un lapso de 10 años, durante el cual toda actividad desapareció, el Gobierno estableció para sí el monopolio de la exploración y explotación del petróleo nacional e inició nuevos reconocimientos en la zona de Magallanes en el año 1928.

Después de un trabajo geológico, tal vez demasiado reducido para la importancia de la región por investigar, se iniciaron, en 1930, las perforaciones en varios distritos (Tres Puentes, Tres Brazos, Punta Prat, Isla Riesco, Río Patos). Las 7 perforaciones realizadas (7.800 m.), si bien no dieron resultados comerciales, mejoraron enormemente el conocimiento de la geología de la región.

A raíz de estos resultados y después de un nuevo informe geológico de técnicos especialmente contratados para estas investigaciones, la Corporación de Fomento inició la exploración geológica y geofísica sistemática de la región, la que abarcó en un primer estudio 50.000 km.².

Como resultado de este extenso trabajo preliminar, que duró aproxi-

madamente tres años, se logró ubicar un gran número de estructuras que reúnen condiciones muy favorables para la acumulación de petróleo.

De estas estructuras se han perforado en el continente seis, a saber: Mina Rica, Pecket y Río de Oro, que resultaron secas; Canelos, cuya perforación se abandonó por las condiciones desfavorables que se presentaron en el pozo; Punta Delgada, que ha dado gas, y Ganso, que está en trabajo.

En la Isla Grande de Tierra del Fuego se han perforado pozos en las estructuras de Manantiales, Espora, San Sebastián, Angostura y Cerro Sombrero, Victoria Sur y Norte y Chañarcillo. La primera de ellas resultó productora de petróleo en la arena de Springhill a una profundidad de 2.243 m.; San Sebastián ha resultado seco; Espora, Angostura y Chañarcillo han dado hasta ahora gas y Cerro Sombrero y Victoria Sur y Norte también petróleo.

Con el objeto de estudiar y conocer los campos se han perforado hasta fines de 1952, 57 pozos con el siguiente resultado:

Secos	17 pozos
Gas	16 "
Petróleo	24 "

Según los datos dados a conocer por la Corporación de Fomento, el horizonte productor en el distrito de Springhill es una arenisca de grado medio, con 10 a 30 metros de potencia constituida por granos de cuarzo cementados por arcilla blanca y material cristalizado blanco.

El petróleo es de base parafínica de 40° API, y da por destilación directa: (11)

Nafta gasolina	27%
Kerosén	25%
Aceite Diesel	28%
Crudo reducido	20%

El resultado actual de los pozos de Manantiales no permite hablar de una reserva de volumen determinado. Sin embargo, en un trabajo inédito del Dr. Bernardo Grossling, se estima que el solo distrito de Springhill será capaz de producir en total hasta unos 300.000.000 de barriles de petróleo y el gas total se estima equivalente a 200.000.000 de toneladas de carbón tipo Arauco.

Naturalmente, fuera del distrito de Springhill, los datos conocidos de los distritos restantes no permiten todavía un pronóstico.

C. *Esquistos bituminosos*. En general los recursos de esquistos bituminosos se agrupan con el petróleo, ya que los primeros se aprovechan fundamentalmente en la destilación para la producción de bencina y aceites combustibles.

En Chile se conocen yacimientos de esquistos en las provincias de Antofagasta, Bío-Bío y Cautín. El yacimiento más conocido y que ha dado origen a los estudios más extensos es el de Lonquimay, en el cual se pueden

(11) Geografía Económica de Chile.

ubicar dos mantos; uno de 50 centímetros y de ley media alrededor de 80,l y otro de 8,50 m. y ley media sólo 25,l. Ambos mantos deben trabajarse en forma subterránea y las reservas posibles estimadas son 30 y 70 millones de toneladas de esquistos, respectivamente. Si se consideran también las pizarras bituminosas del yacimiento con una ley de sólo 10,1 por tonelada, las reservas suben de 1.000.000.000 de toneladas.

El segundo yacimiento de importancia es el de Pular en Antofagasta; según Wenzel se han reconocido tres series de pizarras bituminosas; la primera, con un espesor de 30 m. y ley media de 20,l por tonelada, la segunda con 9 m. y ley media 30,l y la serie inferior con cinco mantos delgados ricos y de espesores de 0,25 m. a 0,42 m. y leyes medias entre 80,l y 140,l. Las reservas a la vista de las dos primeras series, se estiman en 8.500.000 toneladas y los mantos ricos inferiores en 4.500.000 toneladas. Se cree que las reservas posibles son varias veces esta cantidad.

En la provincia de Bío-Bío se conoce el yacimiento de Quenco, cuyas características han sido muy poco estudiadas, pero en el cual no parece posible ubicar mantos ricos y potentes.

La breve descripción anterior nos permite apreciar el muy pequeño valor económico que es posible atribuir a nuestros yacimientos conocidos de esquistos, puesto que la reserva total de aceites que podrían obtenerse de su destilación, sólo alcanzaría a algunas decenas de millones de toneladas. Esta cifra, que frente al escaso tonelaje de petróleo reconocido hasta ahora en Magallanes podría parecer de importancia, debe pensarse que es difícilmente recuperable en forma económica por la muy baja ley de los yacimientos y el débil espesor de los mantos ricos. Sin embargo, los procesos de destilación "in situ" en actual desarrollo en el mundo, pueden representar en el futuro un aporte valioso para la explotación económica de esta riqueza.

D. *Leña*. La leña ha sido en el pasado y continúa siendo en la actualidad una de las fuentes más importantes de energía de Chile. No es ésta la ocasión de estudiar nuestros recursos forestales; ellos, sin ser cuantiosos, son valiosos, sobre todo por constituir la principal reserva de maderas duras de clima templado en el hemisferio Sur.

Desde el punto de vista económico interesa el crecimiento anual de la madera que puede ser explotada racionalmente sin agotar el capital. En la actualidad, el crecimiento se estima en 730 millones de pies cúbicos al año; de esta cifra un 85% corresponde a los bosques naturales, 13% a las plantaciones y el resto a las tierras boscosas. Estas cifras, comparadas con las respectivas áreas forestales y con los volúmenes de madera en pie revelan el extraordinario valor económico de las plantaciones artificiales, por su enorme crecimiento anual comparado con el resto de los recursos forestales.

La cifra anterior de crecimiento de los bosques es importante y revela las favorables condiciones del país para el desarrollo forestal. El crecimiento anual puede ser incrementado en forma apreciable por un manejo

silvícola más racional de los bosques y una ampliación del área plantada. El crecimiento potencial se estima en 1.304 millones de pies cúbicos, no siendo esto, naturalmente, de ningún modo el límite teórico que puede considerarse mucho mayor.

El crecimiento anual actual y previsto representaría un volumen anual de 21 y 37 millones de m.³, respectivamente, de madera sólida. Desde luego, debe destacarse que por muy eficiente que llegue a ser el manejo silvícola de estos bosques, siempre habrá pérdidas importantes de madera por epidemias, plagas, enfermedades e incendios, que pueden destruir una cierta proporción de la madera, reduciendo el volumen total útil disponible.

En seguida, sabemos que una fuerte proporción de la madera se aprovecha en usos distintos a la producción de energía: construcción, ferrocarriles, postes, cercos y materia prima industrial. Es evidente que a medida que el país se desarrolla, la parte de consumos de madera otros que la energía será cada vez más importante. El orden de magnitud futuro de la madera como energía debe estimarse en una cuota no superior a los 5 millones de m.³ de madera sólida al año, cifra que vendría a representar la contribución máxima que debería esperarse de la leña a nuestra futura demanda de energía.

CUADRO Nº 6

Recursos Forestales de Chile (12) (en miles de Há.)

Tipo del bosque	Tarapacá a Antofagasta (1.a región)	Coquimbo a Talca (2.a y 3.a región)	Linares a Concepción (3.a y 4.a región)	Arauco a Llanquihue (4.a y 5.a región)	Chiloé y Aysén (6.a región)	Magallanes (7.a región)	Total
Tierras boscosas	7,7	950,5	1.180	681,8	3.439,2	2.695,2	8.954,4
Plantaciones	1,3	39,9	67,2	35,1			143,5
Bosques vírgenes		69,5	158,2	1.796,3	1.947,4	401,9	4.373,3
Bosques parcialmente explotados y renovados				302,7	162,7		465,4
Zonas desforestadas		1,8	8,1	402,9	160,0	30,4	603,2
Bosques en zonas rocosas no comerciales			7,7	141,6	1.007,1	538,2	1.694,6
Area Total	9,0	1.061,7	1.421,2	3.360,4	6.716,4	3.665,7	16.234,4

IV. El agua y los recursos hidroeléctricos de Chile

El agua ha constituido un recurso esencial para el desarrollo de la humanidad. Siendo un elemento indispensable para la vida animal y ve-

(12) Datos de la Misión Forestal del año 1945. Las cifras de Plantaciones han aumentado apreciablemente en la actualidad.

getal, la actividad del hombre se ha organizado y desarrollado en contacto inmediato con los lagos y ríos. "En un sentido figurado, la civilización va y viene por la zona del valle; todas las grandes culturas históricas, con la excepción parcial de las culturas marítimas aisladas, en las cuales los mares algunas veces hacían de ríos, han prosperado debido al ir y venir de los hombres y de sus mercancías a lo largo del camino natural formado por el gran río, y este movimiento era una condición propicia para el progreso de las instituciones y el fomento de las invenciones. Entre otros cabe citar el río Amarillo, el Tigris, el Nilo, el Eufrates, el Rin, el Danubio y el Támesis". (13)

El agua como fuente de energía ha sido usada desde los tiempos antiguos. Es, sin duda, la primera fuente de energía mecánica de que ha dispuesto el hombre. La rueda hidráulica aparece descrita en trabajos de poetas e historiadores varios siglos antes de la era Cristiana. (14)

En el período que llega hasta fines del siglo XVIII, la fuente principal de energía era la de las corrientes de agua junto con la de los vientos. "Fué a lo largo de la corriente rápida de ciertos ríos, tales como el Ródano y el Danubio y los arroyos de Italia, y en las regiones del Mar del Norte y del Báltico, azotadas por fuertes vientos, que esta nueva civilización echó sus raíces más firmes y tuvo algunas de sus expresiones culturales más felices". (15)

Si bien la energía hidráulica tuvo un papel importante hasta esa fecha, su influencia siempre quedó limitada a la zona vecina a los cursos de agua y su importancia se vió grandemente reducida durante el siglo XVIII por el desarrollo del carbón como fuente de energía mecánica. Sólo en la actualidad, la energía hidráulica ha adquirido realmente toda su importancia económica, como decíamos anteriormente, con el aprovechamiento de la energía potencial del agua en forma de electricidad.

La energía hidráulica, como el carbón, debe atribuirse directamente a la energía solar. En el caso del carbón, se trata de fracciones ínfimas de energía solar almacenadas en forma de carbono atmosférico fijado por la clorofila de las plantas en un proceso de muchos milenios; podríamos decir, que se trata de energía solar "fosilizada". En el caso de la energía del agua se trata de un proceso continuo. El sol evapora fracciones del agua de nuestro planeta; para un año se habla de tres milésimas del agua del globo terrestre que pasa a la atmósfera y que vuelve a caer sobre nuestro planeta, la mayor parte sobre los mares, en forma de lluvia. Parte del agua caída sobre los continentes puede ser aprovechada para generar energía, utilizando el desnivel existente entre las tierras altas donde esta agua cae y los mares hacia donde tiende naturalmente a escurrir.

Aproximadamente un tercio de la radiación solar que llega sobre la

(13) Lewis Mumford — Técnica y Civilización.

(14) Filón de Biancio, siglo III A. C.

(15) Técnica y Civilización, obra citada.

tierra es usada en evaporar y elevar 16 millones de toneladas de agua por segundo desde la hidrosfera hacia la atmósfera. Esto representa tal vez unas 20.000 veces las necesidades actuales de energía del mundo. Pero la posibilidad de capturar más de una pequeñísima fracción de este mar de energía que nos rodea, es tan remota como grande es esta cantidad de energía.

Del total de la energía solar utilizada en la hidrosfera, todo, menos 3 milésimas, es utilizada en evaporar agua desde la superficie de los océanos, lagos, corrientes de agua y de la vegetación. Nada de esta energía puede ser controlada por el hombre, ya que está contenida en el vapor de agua, hasta que transformado éste en lluvia o nieve, el calor de vaporización aparece como calor degradado y es irradiado nuevamente hacia los espacios interestelares. Sólo estas tres milésimas son aprovechadas en elevar el vapor de agua sobre la tierra, pero si bien este porcentaje es pequeño, la cantidad total todavía es enorme. Suponiendo que la altura de precipitación término medio sea de 3.000 metros, la caída del agua en forma de agua y nieve representa una cantidad de energía liberada a razón de 600.000 millones de caballos.

Sólo una fracción de esta potencia es aprovechable en forma de energía hidráulica de nuestros ríos y lagos. Como un máximo teórico algunos autores estiman esta fracción en un 2%, es decir, unos 12.000 millones de caballos. De éstos, sólo una parte tiene aprovechamiento práctico real.

El origen de esta energía hidráulica le da un carácter interesante y particular; es una fuente primaria renovable a un ritmo periódico definido dentro de ciertos límites. Además, tiene una gran ventaja sobre las otras fuentes ya estudiadas, en el sentido de que por su naturaleza debe encontrarse mejor repartida en el mundo. No quiere decir esto que la distribución de las lluvias sea particularmente uniforme, ya que existen grandes zonas desérticas y otras con precipitaciones increíbles, como el valle de Cherrapunji en la India, en el que la precipitación media anual alcanza a 11,5 m., el año más lluvioso es de 23 m. y el día más lluvioso de 1,05 m. Los recursos hidráulicos no dependen sólo de la importancia de las precipitaciones. También juegan papel fundamental la evaporación y la infiltración en las tierras, el relieve general, la topografía particular de cada zona, la existencia de lagos reguladores y la distribución de las lluvias. De ahí la gran dificultad de avaluar los recursos de cada país en cuanto al aprovechamiento de la energía hidráulica y la inseguridad de muchas de las cifras que se dan. Se acentúan aún más estas dificultades por el hecho mismo de que en el caso de la energía hidráulica existe una gran diferencia entre las posibilidades teóricas y las condiciones prácticas para aprovechar ciertos recursos. Existen limitaciones de orden económico, que hacen que determinada posibilidad hidráulica no pueda considerarse como recurso aprovechable y existen limitaciones impuestas por muchos usos del agua, otros que la energía, que son tanto o más importantes que ésta. Los problemas sanitarios, el riego, el uso industrial, el transporte, las obras

construídas, etc., son factores limitativos que implican múltiples trabajos de ingeniería antes de transformar el aprovechamiento de un recurso hidráulico teórico en una posibilidad práctica.

Ya señalamos anteriormente que el potencial hidroeléctrico aprovechable se estimaba en el total mundial en 1.500 millones de KW., cuya distribución continental indicamos oportunamente. Este potencial hidroeléctrico podría generar alrededor de 6.300.000 millones de KWH, es decir, una cantidad de electricidad siete veces superior a toda la electricidad que se produce hoy día en el mundo usando las plantas térmicas, hidráulicas y Diesel en funcionamiento. Del total posible de energía hidroeléctrica se aprovecha sólo el 6% y el resto se pierde año a año sin ninguna finalidad práctica, mientras 400 millones de toneladas de carbón o su equivalente de petróleo se queman en plantas térmicas para generar electricidad.

Es interesante señalar cómo se aprovecha esta energía hidráulica en un grupo de naciones altamente desarrolladas. En el cuadro que se reproduce a continuación se ha indicado el potencial hidroeléctrico en 21 países importantes. Se observa del cuadro que Chile es uno de los pueblos ricos, tanto por el potencial hidroeléctrico por unidad de superficie como por habitante, pero desgraciadamente si bien es el país de América Latina que mayor proporción de su potencia ha desarrollado, sólo aprovecha hasta la fecha apenas el 4% de sus posibilidades, mientras que las naciones desarrolladas han equipado ya entre el 15% y el 60% de sus recursos hidráulicos.

Como es natural, las características esenciales de nuestros recursos hidráulicos están fijadas por el relieve y el clima. Chile, en toda su extraordinaria longitud presenta la peculiaridad de la proximidad de la Cordillera de los Andes al mar, lo que da origen a fuertes desniveles en trayectos muy cortos, definiendo así el hecho de que nuestros recursos hidráulicos darán esencialmente origen a centrales de caída media y alta. Al mismo tiempo, este relieve tan violento y la estrechez del territorio formará, en general, ríos de pequeñas hoyas hidrográficas, y por lo tanto, aún en las zonas de precipitaciones más intensas, no deberán esperarse volúmenes de agua extraordinarios.

Por otro lado, el hecho de que nuestro territorio continental se extiende entre los paralelos 17° 30' y 56° de latitud sur, produce una gran variedad de climas con condiciones pluviométricas totalmente diversas. La variación de la latitud coordinada con las características del relieve en las diversas partes del territorio fijan un régimen de lluvias que va desde la absoluta aridez de la zona norte hasta la extrema pluviosidad de ciertas zonas del Archipiélago.

Este hecho permite destacar que tanto la cantidad anual de agua caída como su repartición durante el año, aumentan de Norte a Sur del territorio; hacia el norte las lluvias caen principalmente en invierno y preferentemente en la alta cordillera en forma de nieve, dando origen a un

CUADRO Nº 7

Potencial hidroeléctrico y potencia efectivamente instalada en varios países

	Potencia susceptible de instalarse 1.000 Kw.	Potencia hidráulica instalada (16) 1.000 Kw.	%	Recursos por km.2 y por habitante	
				Kw./Km.2	Watt/hab.
1) Alemania	6.350	2.028	31	13,5	96
2) Francia	8.195	5.240	64	14,8	200
3) Inglaterra	1.500	230	15	6,5	31
4) Italia	12.100		42	39	266
5) Noruega	20.000	3.000	15	62,2	6.450
6) Polonia	1.730	100 *	6	4,5	72
7) Rumania	5.380	40 *	0,8	18,2	326
8) Suecia	15.546	2.950	19	34,6	2.320
9) Suiza	7.000	2.855	41	170	1.560
10) Canadá	53.600	8.500 *	16	5,6	4.360
11) EE. UU. de N. A.	82.180	18.866,4	23	10,5	585
12) Argentina	10.000	40 *	0,4	3,6	625
13) Brasil	37.000	800 *	2,1	4,4	927
14) Colombia	73.000	90 *	0,1	56,6	7.700
15) México	7.500	400 *	5,3	3,8	358
16) Japón	21.527	7.500 *	35	56,5	306
17) Indias Holandesas	3.310	—	—	1,8	54
18) India	30.000	600 *	2	6,5	75
19) Rusia	285.000	2.000 (17)	0,7	13,4	1.530
20) Nueva Zelandia	2.695	600 *	21	10	1.500
Resto del mundo	804.387	—	—	5,9	745
Mundo	1.488.000	60.000	4	11,1	635
21) Chile	10.700	410	4	18,8	1.780

régimen de escurrimiento de los ríos de carácter netamente glacial, con fuertes diferencias entre el estiaje de otoño y las creces de deshielos de fines de primavera y principios de verano. A medida que se avanza hacia el sur, el régimen de los ríos cambia por tres razones fundamentales: mayor período de lluvias que tienden a repartirse a lo largo del año, mayor preponderancia de las hoyas pluviales en comparación a las hoyas de nieve e influencia reguladora del escurrimiento por importantes sistemas de embalses naturales. Esta variación de las condiciones de escurrimiento transforma los ríos del sur en ríos de régimen marcadamente pluvial complementario del régimen de escurrimiento de la zona central, con la ventaja de poder aprovechar así al máximo los recursos hidráulicos combinados de estos ríos de diferentes regímenes.

(16) Las cifras de potencia instalada corresponden al año 1950 o 1951; el * significa una cifra aproximada.

(17) La estadística de las Naciones Unidas indica aproximadamente 9.000 millones de kwh hidráulicos producidos en 1949, lo que corresponde más o menos a los 2.000.000 kw. instalados.

Los últimos estudios sobre las posibilidades hidroeléctricas realizados por la ENDESA, se han resumido en un cuadro, agrupando las cifras por regiones geográficas del Plan de Electrificación del país. Los valores indicados corresponden a las normas estadísticas internacionales; la potencia obtenible de los recursos hidráulicos se indica con seguridad hidrológica total 95%, 50% y con el gasto término medio aritmético. En el cuadro sólo se consideran los recursos hidráulicos que corresponden a posibles centrales, o sea, no son los recursos energéticos brutos correspondientes a los desniveles y los gastos disponibles, sino a aquellos trozos de ríos realmente aprovechables para el desarrollo de centrales eléctricas. Los recursos energéticos brutos son cifras considerablemente mayores y es muy probable que el mejor conocimiento de nuestras posibilidades permita ampliar nuestros recursos hidráulicos con otros que por el momento no consideramos susceptibles de ser instalados.

CUADRO N° 8

Recursos hidráulicos de Chile
(en miles de Kw)

Región geográfica	Q _{95%}	Q _{50%}	Q _{medio}
1ª Lat. 17°30' — 29°5'	20,2	55,6	66,7
2ª Lat. 29°5' — 32°5'	54,1	17,5	26,4
3ª Lat. 32°5' — 36°10'	962,7	2.506,9	3.439,5
4ª Lat. 36°10' — 38°30'	390,4	1.059,0	1.280
5ª Lat. 38°30' — 42°	773,6	2.068,1	2.366,1
6ª Lat. 42° — 56°	1.408	2.877	3.110,0
7ª Lat. 50° — 56°	76,8	185,6	212,9
	3.685,8	8.930,7	10.742,6

En el cuadro anterior no se ha incluido en la 5ª Región Geográfica un recurso de origen extranjero que corresponde a la desviación hacia el lado chileno de la hoya del Nahuelhuapi. La potencia correspondiente a esta solución es la siguiente:

Q ₉₅	745.000 Kw.
Q ₅₀	1.200.000 "
Q _{medio}	1.200.000 "

Conviene mencionar que en la Primera Región Geográfica también se ha estudiado la posibilidad de utilizar un recurso hidráulico de origen extranjero que consistiría en desviar hacia Chile la hoya del Titicaca aprovechando en un recorrido muy corto alrededor de 2.900 m. de caída en varias centrales en serie hidráulica. La solución estudiada a grandes rasgos no puede indicarse con una seguridad hidrológica determinada por no existir observaciones suficientes y por implicar la idea de reducir las

enormes pérdidas por evaporación del lago Titicaca mismo (18). La potencia posible de obtener con muy alta seguridad es de 1.655.000 Kw. (Esta cifra tampoco está incluida en el cuadro N° 8).

En resumen, los recursos hidráulicos de Chile podrían establecerse como sigue:

	$Q_{95\%}$ Kw.	$Q_{50\%}$ Kw.	Q_{medio} Kw.
Recursos de origen nacional	3.655.800	8.930.700	10.742.600
Recursos de origen internacional	2.400.000	2.855.000	2.855.000

Es conveniente destacar el hecho de que la diferencia de los regímenes de norte a sur permite un aprovechamiento combinado de los ríos que es muy favorable. En otras palabras, es fácil establecer que la potencia conjunta que es posible suministrar con 95% de seguridad es considerablemente superior a la suma de las potencias 95% de los ríos del país, acercándose apreciablemente a la seguridad 50%; esta posibilidad se ve reforzada aun más por el hecho de que los grandes lagos naturales y los embalses artificiales posibles permiten una regulación adicional del régimen de los ríos de la zona Centro-Sur.

No se ha hecho un cálculo de la energía anual mínima que podría ser generada en Chile, pero no creemos aventurado poder afirmar que sólo los recursos nacionales sobrepasan los 40.000.000.000 Kwh.

La cifra anterior equivaldría a una disponibilidad de 40 millones de toneladas de carbón al año.

Debe tenerse presente que el catastro hidroeléctrico del país está todavía incompleto ya que no se ha abarcado la totalidad de las hoyas hidrográficas y en general sólo se han estudiado bien las soluciones consideradas actualmente como económicamente justificadas. Las cifras indicadas anteriormente son por lo tanto preliminares y susceptibles de rectificación, en la mayor parte de los casos, hacia arriba.

La principal dificultad para hacer un buen catastro es la falta de estadísticas completas de los volúmenes de agua que escurren por los ríos, ya que como todos sabemos, la energía disponible en un curso de agua es directamente proporcional al producto del agua que escurre por el desnivel que esta agua recorre.

Las características hidrológicas de los recursos hidroeléctricos, es decir, el conocimiento del caudal de agua que escurre por un río durante un período largo de años, en un punto determinado donde se desea hacer una captación para una obra hidroeléctrica o de riego, se ha obtenido de la combinación de las estadísticas elaboradas por la Dirección General de Obras Públicas, por la Oficina Meteorológica de Chile, por la ENDESA y por las informaciones estadísticas de particulares. Los estu-

(18) Anteproyecto del Ing. Sr. Raúl Sáez presentado a Endesa en el informe S. E., N° 516 de junio de 1945.

dios que desde antiguo ha realizado la Dirección General de Obras Públicas, están destinados al estudio y construcción de las obras de regadío y para la distribución de aguas de riego, en las épocas de escasez. Como es natural, estos estudios se realizan en el curso medio de los ríos donde están ubicadas las obras de riego y, por lo tanto, no permiten sino un conocimiento indirecto de los recursos de agua de la Alta Cordillera donde en general se encontrarán las posibilidades hidroeléctricas más interesantes debido a los mayores desniveles disponibles y a la no interferencia con las obras de riego que constituyen indudablemente un uso preferente del agua.

Las informaciones meteorológicas y en especial las pluviométricas son también un dato valioso pero indirecto ya que el conocimiento de las precipitaciones de agua sobre una zona, en general sólo permite deducir por comparación el gasto de los ríos y siempre que éstos sean esencialmente de escurrimiento pluvial.

De lo dicho se desprende que para perfeccionar el catastro hidroeléctrico de Chile, la ENDESA ha debido constituir un nuevo servicio especial de medida de los gastos de los ríos del país en los lugares especialmente indicados para avaluar los recursos hidroeléctricos. Este servicio, que es relativamente nuevo, ya que las estaciones de medida más antiguas tienen a lo más doce años de observaciones, combinado con el servicio correspondiente de la Dirección General de Obras Públicas permiten disponer de 240 estaciones limnimétricas y de aforo, con los cuales el conocimiento de nuestros recursos hidráulicos se perfecciona año a año.

Se puede asegurar que las cifras del cuadro que acabamos de ver, reflejan en líneas generales el potencial hidroeléctrico de las distintas regiones de Chile. Estas regiones coinciden en sus límites muy aproximadamente con la división natural de las zonas geográficas de Chile; las diversas regiones eléctricas, siete en total, corresponden primordialmente a las características pluviométricas e hidrológicas del territorio nacional.

Hemos dado especial importancia a los recursos hidroeléctricos en consideración al extraordinario valor que ellos pueden representar para Chile si son debidamente desarrollados.

V. Otros recursos de energía

Chile también posee otros recursos energéticos que en el futuro pueden representar un valor económico importante, sobre todo debido al hecho de que algunos están disponibles en zonas donde los recursos hidroeléctricos son escasos. Nos referimos en especial a la energía solar que puede ser aprovechada directamente, particularmente en el norte donde las condiciones son óptimas y en el hecho se está utilizando en el proceso solar de elaboración de salitre y la recuperación de sales potásicas con una considerable economía de combustible por tonelada producida. El aprovechamiento de la energía solar en la calefacción doméstica y las bombas de calor son otros usos que podrían tener amplia aplicación en nuestro país.

Queremos también mencionar como recursos posibles de aprovechar en

Chile el calor interno de la tierra cuyas manifestaciones exteriores tales como el volcanismo, las fuentes termales y los geysers (Puchuldiza y Tatio) son abundantes y podrían en el futuro permitir una fuente de energía muy interesante.

Por último, el viento y las mareas son dos recursos susceptibles de aprovecharse con éxito, que si no permiten esperar grandes resultados, por lo menos pueden significar la solución para muchos casos especiales.

Sólo deseamos finalmente mencionar las posibilidades de Chile en cuanto a energía atómica. Hasta la fecha, en nuestro país no se han ubicado yacimientos de ningún "combustible nuclear" si bien existen expectativas e indicios serios sobre esta posibilidad. Sin embargo, tal como hoy día se presenta el problema de la generación de energía a base de la "combustión nuclear" ello implica un grado de progreso en estas materias que en nuestro país no se ha iniciado aun. En consecuencia, después de resuelto el problema en los grandes países industriales creemos que deberá transcurrir un cierto número de años antes de que las centrales de energía atómica figuren en el abastecimiento energético de los países pequeños como el nuestro. Una cosa, sin embargo, parece segura, con el margen de error que pueden tener estas previsiones y este es de que la forma más apropiada de utilizar la energía atómica parece ser la generación de electricidad y, en consecuencia, todos los sistemas de transmisión y distribución de electricidad y utilización de ella creemos podrán ser aprovechados en el futuro sin inconveniente. En las condiciones actuales de costo, la energía hidroeléctrica aún es considerablemente más barata que aquella que puede obtenerse de una planta eléctrica de "combustible nuclear".

VI. Consumo y usos de la energía en Chile

La energía en el mundo se aprovecha en cuatro usos principales:

a) Los usos domésticos y comerciales para calefacción y preparación de alimentos;

b) El transporte en todas sus formas;

c) Los usos industriales; y

d) Finalmente la generación de energía eléctrica para a su vez utilizar la electricidad así producida en los mismos tres usos anteriores. En el uso doméstico se aprovecha grosso modo el 27% de la energía mundial que se consume; en el transporte (barcos, vehículos motorizados, ferrocarriles, aviones) se consume otro 19%; un 30% va a la industria directamente. El saldo, o sea, aproximadamente un 25% (19) se consume en producir electricidad que, como ya lo dijimos, a su vez se distribuye entre los usos domésticos y comerciales, transportes e industriales.

El mundo se está electrificando rápidamente. La electricidad ejerce

(19) El porcentaje que representa la energía eléctrica en el total de energía mundial depende de la equivalencia que se use frente a las otras formas de energía; en la estimación anterior se ha usado 1 kwh. = 1 kg. carbón. Las Naciones Unidas en la actualidad están empleando la equivalencia de 1 kwh = 0,6 kg. carbón para 1950.

tal influencia en la vida moderna que prácticamente no existe actividad humana en que ella no juegue un papel predominante. En la vida doméstica ha introducido y continúa introduciendo grandes comodidades y simplificaciones de modo tal que sin la electricidad sería imposible concebir la forma de vida actual. Una sola cifra bastará para hacernos comprender esta influencia. En el área de servicio de la Compañía Chilena de Electricidad (20) el consumo por cada cliente residencial desde 1936 a 1952 ha subido en término medio de 400 Kwh al año a 1.200 Kwh, y esto a pesar de las limitaciones inherentes al racionamiento.

La importancia de la electricidad en el campo industrial es de tal naturaleza que casi podría asegurarse que no requiere una explicación adicional. La electricidad es el elemento básico de la industria moderna como instrumento de control e investigación por un lado, y por otro, fundamentalmente como factor de producción. Prácticamente hoy día la electricidad puede estar disponible para hacer cualquiera de las funciones mecánicas que se requieren en la producción, algunas veces sin ni siquiera la presencia pasiva del elemento humano. Casi la única forma de energía mecánica que se utiliza en la industria es la proveniente de la electricidad, ya que el empleo de máquinas a vapor o de motores de explosión directamente acoplados a máquinas actoras es solamente un vestigio del pasado o casos de excepción generalmente impuestos por condiciones ajenas al problema mismo que se desea resolver. Es, también, en el campo industrial donde la electricidad ha tenido una influencia social más notable. Nos referimos a la indudable modificación introducida por la electricidad en las condiciones de trabajo de las fábricas: mayor iluminación, mejor ventilación, disminución del esfuerzo muscular a un mínimo, etc.

Se puede asegurar que en casi todas las grandes ciudades del mundo, la electricidad mueve los principales medios de movilización colectiva, tanto por la eficiencia del servicio así obtenido como por el hecho de que es éste el único medio de transporte que no contamina el ambiente ya suficientemente dañado por la actividad colectiva.

En esta rápida revisión de la importancia de la electricidad en el mundo, debe mencionarse su influencia en el aspecto cultural. La electricidad, además de la considerable acción civilizadora en la vida urbana y rural, ha dado origen a medios de comunicación como el teléfono, el telégrafo, la radio y la televisión y ha permitido perfeccionar otros medios de difusión como el cinematógrafo y las grabaciones sonoras, medios que si son aprovechados en debida forma constituyen elementos de cultura de extraordinaria importancia.

La electricidad posee cualidades excepcionales: puede obtenerse a partir de todas las fuentes conocidas de energía, se transporta a muy bajo costo, puede ser utilizada en todos los procesos importantes que requieren consumo de energía y puede ser distribuída y consumida eficientemente

(20) Las provincias de Santiago, Valparaíso y Aconcagua.

aún en fracciones muy pequeñas. Consecuencia de todo ello es el rápido progreso de su uso.

Si designamos como "factor de electrificación" la relación entre la energía eléctrica consumida y el total de la energía inanimada consumida, este índice ha variado como sigue:

CUADRO Nº 9

Relación de la energía eléctrica a la energía inanimada consumida en el mundo

Año	"Factor de electrificación" en el mundo
1920	0,06
1929	0,14
1936	0,18
1947	0,24
1950	0,25

En otras palabras, en 1920 el Mundo consumía sólo el 6% de su energía en forma de electricidad y hoy día consume el 25%. El valor absoluto del consumo de la electricidad en 30 años ha subido nueve veces.

Este desarrollo prodigioso del consumo de energía en forma de electricidad, explica por sí solo la importancia que ha adquirido la energía potencial del agua como recurso natural, ya que el único aprovechamiento posible en gran escala de esta energía potencial es su utilización en forma de electricidad y por otro lado, en la mayor parte de los países el agua constituye la fuente más económica para producirla.

La evolución del consumo de energía en Chile no podía naturalmente escapar a la misma tendencia mundial que hemos anotado. En efecto, nuestro país, como todos los pueblos que se han incorporado a la vida económica moderna bajo la acción colonizadora del mundo occidental, ha seguido en materia de energía la misma evolución de ese mundo, con un cierto retardo que mide nuestro atraso en relación al grupo de países que se denominan desarrollados.

Desde los primeros años de la Conquista, el agua movió los molinos de piedra que Bartolomé Flores, Rodrigo de Araya y Juan Jufré instalaron en las faldas del Santa Lucía y San Cristóbal (21). Desde los primeros años también, además de la fuerza humana proporcionada por los indios, los españoles introdujeron el empleo de los animales como medio de transporte y de trabajo. Ya en 1550 el mismo Bartolomé Flores construía las pri-

(21) Historia de Chile, Tomo Primero —Francisco Encina— Santiago de Chile, 1940.

meras carretas que traficaban por el "Camino de las Carretas" que unía Santiago con Valparaíso pasando por Talagante y Melipilla (22). El único combustible que durante muchos años constituyó la principal fuente de energía inanimada utilizada en Chile fué la leña, que proveyó las necesidades domésticas y de los pequeños establecimientos fabriles y talleres de artesanos y de algunas de las actividades mineras, hasta que el desarrollo de estas últimas exigió la importación de carbón, seguramente como consecuencia de la introducción de los hornos de reverbero en la fundición de minerales de cobre. Los yacimientos de carbón de la zona de Penco eran conocidos desde antiguo en Chile, pero su aprovechamiento sólo era esporádico y reducidísimo hasta que las necesidades de la minería primero y los proyectos de establecimiento de las primeras líneas de vapores a la costa del Pacífico a mediados del siglo pasado, dieron a este combustible toda su importancia económica y provocaron la necesidad de su desarrollo nacional. La organización de la industria del carbón como tal, con una producción estable, data de mediados de 1850 con la fundación del establecimiento de Lota por don Matías Cousiño. En 1860 el consumo total de carbón de Chile debe haber alcanzado a alrededor de 260.000 toneladas, de las cuales cerca de 60% fueron producidas por las minas nacionales. Ya en esa época el mercado consumidor había creado el aliciente necesario para el desarrollo continuo de esta fuente de energía con las líneas de navegación a vapor, los primeros ferrocarriles y los molinos a vapor que comenzaban a sustituir a los primeros molinos de agua de la Colonia.

Alrededor de 1860 estimamos que Chile, con una población de 1.600.000 habitantes debe haber tenido un consumo total anual de energía inanimada de aproximadamente 800×10^6 Kwh (23), utilizando para sumar las distintas fuentes de energía las mismas equivalencias que se indicaron anteriormente.

Esta cifra debe compararse con el consumo de energía inanimada determinado para Chile en 1952, que alcanza según veremos, a 9.390×10^6 Kwh con una población de 6.000.000 de habitantes. En otras palabras, el consumo per cápita ha subido entre las dos fechas consideradas de 500 a 1.570 Kwh, sin tomar en cuenta el aumento de eficiencia en el empleo de los combustibles durante el mismo período.

Es evidente, también, que en Chile, como en el resto del Mundo, en 1860 la energía humana y sobre todo la energía animal deben haber constituido una parte fundamental de los recursos disponibles. Así, estimamos que en ese tiempo el trabajo humano representaba alrededor de 95×10^6 Kwh. y el trabajo animal tal vez unos 600×10^6 Kwh. En resumen, para

(22) Historia de la Ingeniería en Chile, Tomo Primero —Ernesto Greve— Santiago de Chile, 1938.

(23) La leña es un gran factor de indeterminación en estas cifras que puede traducirse en un error de un 20%.

esos años, la energía total consumida en Chile alcanzaba una cifra cercana a 1.500×10^6 Kwh. cuya composición estimamos como sigue:

	Energía humana %	Energía animal %	Carbón %	Petróleo	Leña %	Energía hidr.	Otras fuentes %
Chile (1960)	6,7	40,0	17,3	—	35,0	—	1
Mundo (1850)	7,8	61,7	8,7	—	20,3	—	1,5

De acuerdo con los pocos datos disponibles, el consumo mundial de energía en todas sus formas, por habitante al año era en 1850 de 850 Kwh. En Chile según las estimaciones dadas más arriba el consumo para 1860 era de 930 Kwh.

Si comparamos con las cifras establecidas para 1952 tendremos:

	Energía humana	Energía animal %	Carbón %	Petróleo %	Leña %	Energía hidr. %	Otras fuentes %
Chile (1952)	1,9	6,1	24,6	29,8	19,6	17,8	0,2
Mundo (1952)	2,3	7,2	46	24,4	8,1	10	2

Y mientras el consumo mundial por habitante ha subido en 1952 a más o menos 1.660 Kwh., el de Chile para ese mismo año sólo alcanza a 1.710 Kwh. Es decir, con la aproximación que se puede atribuir a las cifras calculadas más arriba, es posible concluir que el crecimiento del consumo de energía en Chile es apenas comparable al crecimiento término medio mundial. Esto significa un desarrollo insuficiente de nuestro país ya que el consumo término medio mundial se encuentra frenado por el lento despertar económico de los grandes pueblos asiáticos y de las poblaciones africanas.

Las cifras anteriores, especialmente las calculadas para 1860, implican una serie de hipótesis ya que las estadísticas existentes son insuficientes y los medios de evaluación de la energía humana y animal deben por fuerza constituir aproximaciones arbitrarias. Sin embargo, se observa que hay un claro reemplazo de la energía animal por energía mecánica producida a base de recursos inanimados. Aún más, se puede afirmar que la energía inanimada utilizada a mediados del siglo pasado en Chile era aprovechada en su gran mayoría en forma de calor mientras que en la actualidad, una proporción sustancial de ella se utiliza en forma de energía mecánica, sea en los motores de explosión, sea principalmente en la producción de energía eléctrica.

En el cuadro N° 10 se ha indicado con detalle la evolución del consumo de energía en los últimos 14 años en Chile.

De este cuadro pueden sacarse varias conclusiones interesantes:

1° La leña conserva todavía una gran importancia como combustible

C U A D R O N ° 1 0

Energía total consumida en Chile para el período 1939-1952
 Clasificado por fuentes generadoras, en millones de Kwh. Equivalente (24)

	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952
1) Carbón	1868	2128	2056	2025	2116	2183	1974	2028	2057	2194	1952	2230	2389	2507
2) Petróleo y sus derivados	1505	1719	2181	2218	2308	2239	2298	2282	26 8	2709	2684	2595	2869	3040
3) Leña	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
4) Otros combustibles	6	6	6	6	8	8	9	6	6	6	7	7	7	7
5) Energía hidráulica:														
a) Hidromecánica	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
b) Hidroeléctrica	765	765	842	845	982	1050	1168	1089	1199	1376	1509	1632	1798	1823
6) Varios	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Sub - Total	6157	6632	7098	7107	7427	7493	7462	7418	7893	8298	8165	8477	9076	9390
7) Energía animal	628	628	628	628	628	628	628	628	628	628	628	628	628	628
8) Energía de la población activa	150	160	163	166	167	170	173	175	179	182	184	188	192	195
T O T A L	6935	7410	7889	7901	8222	8291	8263	8221	8700	9 08	8977	9293	9896	10213

(24) El presente cuadro ha sido calculado básicamente por el Ingeniero señor Renato E. Salazar; el cálculo de la energía humana se ha hecho sobre la base de población activa.

a pesar de que en el lapso considerado ha disminuído su participación de 29% a 19,6% de la energía total consumida.

2º La energía animal también conserva un valor considerable, si bien su importancia relativa ha variado de 9% a 6,1%.

3º Las dos fuentes de energía que mayor aumento han experimentado son el petróleo y sus derivados (102% de aumento) y la energía hidráulica (138% de aumento). La primera es enteramente importada.

4º En el consumo de energía indicado en el cuadro, el total del petróleo y sus derivados y parte del carbón son importados. Así, para 1952 el 34,5% de la energía inanimada consumida en Chile es importada.

5º El mismo año 1952, Chile exportó petróleo bruto por un valor equivalente aproximado a 200 millones de Kwh, es decir, 2,1% de la energía inanimada consumida. En otras palabras, el balance energético del país arroja un déficit de 32,4%

6º Del total de energía consumida en Chile en 1939, 1.860 millones de Kwh se usaron en forma de electricidad; en 1952 la energía eléctrica alcanzaba a 3.200 millones de Kwh. El "factor de electrificación" ha subido en este corto período de 0,3 a 0,34. Este factor era en 1935 aproximadamente 0.157.

Es interesante comparar el crecimiento del consumo de energía con el crecimiento del Producto Nacional Bruto durante el mismo período, de acuerdo con los cálculos preliminares de la Corporación de Fomento. Los índices son los siguientes:

CUADRO Nº 11

Indices comparados de la energía y del producto nacional

(Años 1940-1952)

Año	Indice de la energía inanimada	Indice del producto nacional
1940	100	100
1941	107	109,4
1942	107,2	104,7
1943	112	115,4
1944	113	121,0
1945	112,5	137,3
1946	112	139,4
1947	119	131,1
1948	125	142,2
1949	124	136,8
1950	128	136,5
1951	137	142,7
1952	142	155,3

Aparentemente no existe un paralelismo entre ambos índices; sin embargo, consideramos que existe una concordancia bastante satisfactoria sobre todo si se tiene presente que a partir de 1945 se produce un incremento del Producto Nacional provocado no sólo por el aumento de la actividad nacional sino también por un mejoramiento apreciable de los términos del intercambio. En otras palabras, si los términos del intercambio no hubiesen tenido este mejoramiento, el índice representativo del Producto Nacional de 1945 a 1952 habría sido menor que el que indica el cuadro N° 11 y, por lo tanto, mucho más parecido al índice de la energía inanimada.

Es interesante estudiar cómo se emplea la energía en Chile. Como una aproximación a este problema hemos preparado el cuadro N° 12.

CUADRO N° 12

Usos de la energía consumida en Chile en 1952

(en millones de Kwh)

	Usos domésticos y comerciales	Transporte	Usos industriales, mineros y agrícolas	Electricidad	Total
1. Carbón	373	757	1.094	283	2.507,0
2. Petróleo y sus derivados	189,8	959,1	797,4	1.093,7	3.040,0
3. Leña	1.900,0	—	100,0	—	2.000,0
4. Otros combustibles	2,0	—	5,0	—	7,0
5. Energía Hidráulica:					
a) Mecánica	—	—	3,0	—	3,0
b) Eléctrica	—	—	—	1.823,0	1.823,0
6. Varios	2,0	—	8,0	—	10,0
Totales	2.466,8	1.716,1	2.007,4	3.199,7	9.390,0
Por cientos:	26,3	18,2	21,3	34,2	100

En cuanto a la energía eléctrica misma, ella se utiliza aproximadamente del siguiente modo:

CUADRO N° 13

Usos de la energía eléctrica

Usos domésticos, comerciales y de Gobierno	835.000.000 Kwh.
Transporte	212.000.000 Kwh.
Industria, Minería y Agricultura	2.153.000.000 Kwh.
Total	3.200.000.000 Kwh.

Por lo tanto, el uso final de la energía en Chile puede resumirse para el año 1952:

CUADRO N° 14

Usos de la energía total en Chile

Usos domésticos, comerciales y de Gobierno	3.302.000.000 kwh
Transportes	1.928.000.000 "
Usos industriales, minería y agricultura	4.160.000.000 "
	9.390.000.000 kwh

Por último en el Cuadro N° 15 se ha indicado el crecimiento que ha tenido el abastecimiento de energía del país en los últimos 14 años. Se ve de este cuadro que el uso de la energía ha tenido un evidente aumento pese a la reducción experimentada por la producción de la gran minería del cobre que ha representado un cierto retroceso. Es interesante también constatar que gracias a la política iniciada por la Corporación de Fomento, la generación hidráulica ha adquirido una considerable mayor importancia.

CUADRO N° 15

Producción de energía eléctrica (1939-1953)

(millones de KWH)

Año	Energía eléctrica producida			Total	Energía per cápita.
	Carbón	Petróleo	Hidráulica		
1939	188	907	765	1.860	374 kwh
1940	214	982	766	1.962	390 "
1941	244	1.259	842	2.345	460 "
1942	274	1.285	845	2.404	465 "
1943	192	1.283	982	2.457	468 "
1944	214	1.286	1.050	2.532	476 "
1945	181	1.261	1.168	2.586	480 "
1946	234	1.190	1.089	2.490	455 "
1947	274	1.248	1.199	2.697	483 "
1948	239	1.258	1.376	2.849	503 "
1949	144	1.162	1.509	2.791	484 "
1950	220	1.045	1.632	2.873	489 "
1951	228	1.550	1.798	3.176	531 "
1952	283	1.093	1.823	3.199	540 "

En efecto, la electricidad de origen hidráulico era en 1939 el 41,2% del total y en 1952 alcanzaba al 57%; su aumento entre ambas fechas ha sido de 140%.

Es interesante señalar que el consumo de energía eléctrica por habitante en Chile es el más alto de toda América Latina. Sin embargo, nues-

tro crecimiento no es ni con mucho el más rápido, por lo que dentro de algunos años esta situación podría no mantenerse. A este respecto, la velocidad con que se duplica el consumo de electricidad en el mundo es de más o menos doce años; en los países muy desarrollados este período fluctúa entre ocho y diez años; el país de mayor velocidad actualmente es Rusia, donde se han observado períodos de duplicación del orden de cuatro años. En Argentina y Méjico el período es de doce a trece años, en Uruguay, diez, y en Venezuela, seis. En Chile, tomando en cuenta la producción total de electricidad el período es de más o menos quince años, pero si se deja a un lado la Gran Minería del Cobre, cuyo crecimiento es muy lento, el período se reduce a unos diez años.

De lo dicho más arriba se desprende que las necesidades de energía de Chile aumentan rápidamente y que, si se desea acelerar el desarrollo económico nacional será preciso especialmente aumentar el suministro de energía con mayor velocidad aún sobre lo actual. Para ello es necesario esbozar una política de desarrollo de las fuentes de energía.

VII. Política de energía

Una adecuada política de energía debe considerar fundamentalmente a nuestro juicio tres aspectos:

- a) Cubrir los déficit de suministro y atender al crecimiento del consumo;
- b) Propender al abastecimiento con los medios más económicos;
- c) Reducir al máximo la dependencia del abastecimiento de energía de fuentes extranjeras no sólo por la sangría de divisas que ello representa sino principalmente por la seguridad que el autoabastecimiento significa para la continuidad de las actividades nacionales.

Hoy día, nuestro abastecimiento de carbón es deficitario. Las principales minas, Lota y Schwager, pese a los esfuerzos realizados por ellas para mejorar las condiciones de su producción, desde hace años mantienen una capacidad máxima de alrededor de dos millones de toneladas, de manera que aún conservando en trabajo una serie de minas chicas que se encuentran fuera del límite de lo económico, el déficit actual de carbón se puede estimar en 300.000 toneladas; el desarrollo industrial y general del país puede llevar este déficit a unas 800 mil toneladas a fines del presente decenio si no se toman algunas medidas para evitarlo. Estas medidas pueden ser de dos tipos:

- a) Aumento de la producción de Lota y Schwager (25).
- b) Reemplazo del carbón en ciertos usos por otras fuentes de energía.

Para aumentar la producción de Lota y Schwager es necesario proceder a la mecanización de sus faenas con un costo aproximadamente de US\$ 15.000.000 y 2 mil millones de pesos en un plan de ocho años parcialmente

(25) También podría considerarse la posibilidad de abrir una tercera mina grande en Arauco, tal como figura en los planes de la CAP.

en ejecución en la actualidad. Esta mecanización podría significar producir los mismos 2 millones de toneladas actuales en dos turnos en lugar de tres, lo que representaría una explotación mucho más racional de las minas. El tercer turno constituiría una reserva que permitiría cubrir parte del déficit. De todos modos, pese a la cuantiosa inversión que se haría, quedarían en pie los siguientes hechos:

a) Las reservas de buenos carbones del Golfo de Arauco no son muy cuantiosas y siempre serán caras de explotar por tratarse de minas profundas, submarinas y de mantos delgados. En consecuencia, una buena política de energía deberá procurar reservar estos abastecimientos para los usos más importantes como son la producción de coke metalúrgico, la operación de ferrocarriles, etc., sustituyendo el uso del carbón de Arauco por otros combustibles en los casos en que ello sea posible;

b) Los carbones de Arauco darán siempre un costo alto por caloría comparado con los combustibles disponibles en otras partes del mundo. Dificilmente podrán ser exportables en condiciones de libre competencia a mercados extranjeros.

Frente a estos hechos, la política de sustitución del carbón de Arauco puede ser perfectamente justificada. Los reemplazos principales que deben tenerse en consideración son los siguientes:

a) Gas doméstico en Santiago y Valparaíso por gas de la Refinería de Petróleo de Concón. En último término esta sustitución significa reemplazar calorías de carbón nacional por calorías de petróleo importado. En consecuencia esta sustitución debe ser analizada cuidadosamente, pues es posible que pudiera existir otro reemplazo del gas doméstico que pudiera resultar más favorable.

b) Gas doméstico en otras ciudades y en zonas de Santiago y Valparaíso por gas natural de los yacimientos de Magallanes, embotellado para su distribución a domicilio. Esta solución es imprescindible, sobre todo para evitar el consumo abusivo de la electricidad en calefacción doméstica.

c) Carbón doméstico de Arauco por semi-coke de los carbones de Magallanes.

d) Reemplazo de la tracción a vapor de los Ferrocarriles por tracción eléctrica. Este reemplazo es económicamente muy ventajoso para los Ferrocarriles y significa un ahorro notable de carbón. Las inversiones necesarias son del orden de US\$ 40.000.000 y más o menos 400 millones de pesos.

En cuanto al consumo de petróleo y sus derivados, Chile es esencialmente deficitario de estos productos y continuará siéndolo por muchos años. A nuestro juicio, el transporte terrestre y la mecanización de la agricultura deberán requerir cada vez más, mayores cantidades de productos de petróleo y aún debe fomentarse el desarrollo de estos usos. Pero, aún cuando Chile pudiera aumentar considerablemente su producción de petróleo nacional alcanzando su autoabastecimiento a nuestro juicio una política acertada de energía debería procurar reemplazar el consumo de petróleo en ciertos usos —producción de electricidad, calefacción industrial, calefac-

ción doméstica— por otros combustibles nacionales. La razón básica está en el hecho de que el petróleo, aún producido dentro de nuestro territorio representa divisas, puesto que, en cualquier momento, puede ser colocado en los mercados exteriores a precio de competencia.

Chile consume aproximadamente el equivalente a 1,8 millones de m³ de petróleo crudo en diversas formas. Actualmente produce en Magallanes sólo 180.000 m³ y será necesario realizar un esfuerzo considerable para autoabastecer las necesidades nacionales sin tomar en cuenta la gran minería que por sí sola consume la mitad de la cifra total. La Refinería de Concón que podrá entregar el total de los productos refinados necesarios para el país sin la gran minería —gasolina, kerosene, petróleo diesel, petróleo combustible— comenzará a funcionar a fines de 1954 utilizando una fuerte proporción de crudo importado pero produciendo de inmediato una apreciable economía de divisas.

La gran minería consume aproximadamente 450.000 toneladas de petróleo diesel y combustible en la generación de energía eléctrica. Esto representa alrededor de 16 millones de dólares y creemos deberían hacerse todos los esfuerzos posibles por substituir este consumo por carbón de Magallanes.

Ya hemos señalado que éstos representan una reserva apreciable. Los mantos de carbón de Magallanes son poco profundos y gruesos, lo que hace posible una explotación de relativo bajo costo. Están cerca del mar lo que permite su fácil transporte a los centros de consumo. Presentan dos defectos: su bajo poder calorífico —son lignitos de 4.000 a 5.500 calorías— y su alto contenido de humedad incorporada a la masa constituyente del carbón de modo que conservado al aire, el carbón se pulveriza rápidamente con todos los inconvenientes que esto representa.

Debe, a nuestro juicio, dársele el máximo de importancia a las investigaciones para transformar estos carbones en un semi-coke que lo haría fácilmente transportable y resistente a la acción atmosférica. Si esto se consigue, y no se ve realmente ninguna razón para creer que se trata de un problema tecnológico y económico insoluble, se podría pensar en substituir las 450.000 toneladas de petróleo usadas en producir electricidad por la gran minería por un millón de toneladas de carbón producidas en Magallanes. Con esto se daría vida a una importante industria con materia prima nacional que a su vez podría producir un combustible adecuado para el uso doméstico en reemplazo del carbón de Arauco o de la leña en la zona norte y del carbón que se utiliza en generación de electricidad, y tal vez alcanzar a los mercados de exportación de Argentina y Uruguay donde las importantes instalaciones termoeléctricas de Buenos Aires y Montevideo consumen al año el equivalente de más de dos millones de toneladas de carbón de 8.000 calorías que esos países deben importar.

Por último, hemos visto que el Mundo se electrifica; que el consumo de electricidad se duplica cada diez años y sabemos que en Chile, en todas partes, existe un déficit de este importante elemento de progreso. El

habitante de Santiago posiblemente piensa que la situación de abastecimiento eléctrico en esta ciudad es la más precaria del país; en realidad el consumo por habitante es aquí el más alto de Chile. Si no se continúa realizando un esfuerzo más considerable que el hecho hasta la fecha en materia de electrificación, luego se producirán racionamientos también en el área de Concepción y en el área de Osorno por no mencionar a Cautín, que a pesar de su importancia agrícola y su riqueza es la provincia más mal abastecida de Chile en materia de electricidad. Actualmente existen instalados en el país 798.585 Kw y sabemos que existe un déficit considerable de potencia. Ello significa que sin tomar en cuenta la gran minería, en los próximos diez años será necesario poner en servicio alrededor de 650.000 Kw adicionales que requerirán una inversión de 60 millones de dólares y 14 mil millones de pesos de 1953.

Este considerable esfuerzo deberá hacerse principalmente en base a plantas hidroeléctricas que desde luego no representan una mayor inversión de capital que las plantas térmicas y que significan una considerable economía en el costo de la energía obtenida.

No olvidemos, asimismo, que muchas industrias capitales requieren grandes cantidades de energía eléctrica y que sólo la posibilidad de encontrar energía abundante y a relativo bajo costo puede justificar su desarrollo. Así en Chile, la refinación electrolítica de cobre, las ferroaleaciones, la reducción eléctrica de minerales de fierro, el magnesio, la electrosiderurgia, las industrias electroquímicas, la electrificación del transporte, el desarrollo de la celulosa y del papel, son otras tantas actividades que están esperando su impulso decisivo del adecuado abastecimiento eléctrico.

Chile debe pensar en una razonable y coordinada política de energía que permita aprovechar al máximo los recursos naturales de que dispone.