

271.

UNESCO/CASTALA/2.1.2

COMISIÓN DE  
OFICINA REGIONAL DE EDUCACIÓN DE LA  
UNESCO  
SANTAGO - CHILE  
SERVICIO DE BIBLIOTECA Y DOCUMENTACIÓN



2.1.2 - RESEÑA DE LOS RECURSOS NATURALES

DE AMERICA LATINA: LA ENERGIA

por

P. GODOY L.

1. LAS NECESIDADES DE ENERGIA

1.1 La luz, el calor, la fuerza motriz y otros recursos energéticos fundamentales necesarios a la vida, en cuanto no son provistos directamente por la irradiación solar o por la actividad muscular humana, requieren de una cultura técnica y de instituciones económicas especializadas y complejas, que constituyen una parte importante de la actividad industrial en las sociedades modernas.

La iluminación y calefacción de los ambientes en que habita y trabaja la gente, la potencia disponible para manufacturas industriales y transportes y el calor o la electricidad requeridos en los procesos químicos y metalúrgicos aprovechan productos elaborados por la industria de la energía; ésta los extrae y transforma de las fuentes naturales.

En su forma primaria las principales fuentes proveedoras son:

- a) La fuerza motriz de los ríos de los vientos y de las mareas;
- b) El calor del sol y las gradientes térmicas del mar y de la tierra;
- c) La energía química de los combustibles; y
- d) La energía de la desintegración atómica.

De estas fuentes primarias, en América Latina se aprovechan, en cantidad apreciable, cuatro principales recursos:

- a) La energía hidromecánica de origen fluvial, cuya casi totalidad se transforma en electricidad;
- b) Los combustibles comerciales: 1) el carbón y 2) el petróleo y gas natural, parte de los cuales se emplean en generar electricidad, parte se refina y parte se consume en su forma original;
- c) Los combustibles libres o poco comercializados, a saber, la leña y algunos desechos vegetales. Otras fuentes carecen de importancia.

Otros combustibles (alcoholes y residuos industriales), aprovechamientos hidro y aeromecánicos directos (ruedas y molinos) y algunos aprovechamientos térmicos de la energía solar, aunque su uso no ha sido controlado, es probable que representen en promedio no más de un 2% del total bruto consumido en la región. En cuanto a la energía animada (trabajo muscular humano y de los animales domésticos) en los países de mayor desarrollo de la región representa, alrededor de un 2% del total: esta cifra porcentual es bastante mayor en los restantes, aunque en todo caso su importancia técnica y económica es despreciable. En consecuencia, puede perfectamente circunscribirse a aquellos cuatro recursos primarios el análisis de las necesidades y recursos energéticos de la región.

1.2. Así caracterizada la energía, ella se presenta como un elemento físico universal e insustituible, que se transforma y se degrada en su aprovechamiento. A la vez se ofrece como:

- 1) Recurso natural, susceptible de elaboración y adecuación al consumo;

- 2) Factor de producción de bienes y servicios;
- 3) Bien de consumo.

Los yacimientos de combustibles minerales, el crecimiento de los bosques y el caudal de los ríos aparecen disponibles en cantidades limitadas como dones de la naturaleza; la fuerza motriz y el calor industrial posibilitan, enriquecen y magnifican la productividad en el transporte, la industria manufacturera y extractiva y los servicios; finalmente, la iluminación y calefacción de los hogares domésticos es requisito esencial del bienestar y aun condicionante indirecto de la salud y la cultura de las personas.

Los recursos primarios brutos de energía son susceptibles de refinamiento y adecuación y deben ser suministrados a las empresas productoras y a las familias consumidoras en la cantidad, calidad, oportunidad y localidad por ellas requeridas. Toda una actividad económica, la industria de la energía (servicios eléctricos y de gas, minas de carbón y coquerías, pozos petrolíferos y refinerías) extrae el recurso natural, que insume en forma primaria y los transforma, distribuye y ofrece en forma refinada, como medio de producción o bien de consumo, a las empresas y familias. A las cantidades de energía insumidas por la industria de la energía se le designa "cantidades brutas" y a las que quedan disponibles para mejor productividad o bienestar de los usuarios, se les designa "cantidades netas"; la merma que aparece como diferencia entre unas y otras corresponde a los consumos propios exigidos por dichas transformaciones y a pérdidas inevitables producidas en ese tratamiento.

Los usuarios, por último, mediante instalaciones adecuadas incorporan a los procesos de producción o a sus comodidades domésticas parte de esta "energía neta" adquirida: al transportar carga de un lugar a otro, en la elaboración mecánica o en las transformaciones térmicas o químicas de las manufacturas, para calefaccionar el ambiente o cocer los alimentos, se utiliza finalmente una cierta cantidad de energía mecánica, de calor o de luz: estas cantidades constituyen la "energía aprovechada". La ineficiencia de las instalaciones y el derroche inevitable de los consumos origina una merma importante de energía, medida precisamente por la diferencia entre aquellas dos cantidades. La estimación de esta energía aprovechada se tropieza con múltiples dificultades teóricas y prácticas.

En tanto interese valorar los recursos naturales, la medida de la energía bruta se hace relevante. Para interpretar el comportamiento económico de los productores y usuarios de la energía es la cantidad neta el dato significativo: ésta se transa en el mercado y sus ventas constituyen siempre la información estadística mejor registrada. Desde un punto de vista técnico, es la cantidad aprovechada el dato relevante: la productividad y la utilidad que aporta a los usuarios el consumo se mide a este nivel; las comparaciones (entre periodos o regiones) y, consecuentemente, los criterios de substitución se enjuician allí.

1.3. La adición de cantidades heterogéneas de energía aprovechada en iluminación, en fuerza motriz y transporte, en calor industrial y doméstico y en procesos electroquímicos carecería de toda justificación si no ocurriera que todas

ellas se originan o pueden originarse, a través de procesos tecnológicos complicados, en todas o cualquiera de las fuentes primarias, es decir, en las caídas de agua y los volúmenes de combustibles que la naturaleza ofrece. Este hecho sugiere la conveniencia de buscar un término de equivalencia que permita relacionar las diversas cantidades de energía aprovechada (lúmenes - hr, hp-hr, kWh, Cal, etc.) y, haciendo desaparecer la diferenciación cualitativa, conduzca a una cantidad agregada total, característica de una región o de un periodo. La solución viable se encuentra en el equivalente calórico de dichas cantidades: los usos finales de la energía se miden, entonces, por el calor incorporado al proceso de aprovechamiento final o por la disipación de calor ocasionada en dicho proceso.

Una necesidad parecida se plantea al pretender adicionar las cantidades heterogéneas de energía bruta obtenidas (Kg-m de energía hidromecánica, poder calorífico de la tonelada de carbón, petróleo o leña en cal, etc.). El criterio más directo empleará también la equivalencia calórica: los poderes caloríficos de los combustibles son perfectamente comparables y pueden todos ellos referirse a la unidad teórica de calor o a un múltiple bien definido de ella, como es, el calor contenido en una tonelada de carbón de características normales; tratándose de la energía mecánica (esta medida, en general, en unidades eléctricas, kWh) puede expresarse en la equivalencia teórica, según el calor producido por efecto Joule. Semejante criterio dificulta, sin embargo, la comparación y la sustitución equivalente entre diversas formas primarias, en particular, entre la energía hidro-mecánica y los combustibles.

Así por ejemplo, entre los países más avanzados de América Latina se han estimado rendimientos medios, en 1950, que permiten comparar estas formas primarias según las técnicas de transformación sufridas y los usos finales destinados (1). Se necesitan 4.2 toneladas de equivalente carbón (tec) en forma de combustibles para generar electricidad, por cada tec en forma de energía hidromecánica bruta destinada al mismo fin, si se desea proveer a los usuarios de la misma cantidad de energía eléctrica neta: tal relación sugeriría el reemplazo de una equivalencia calórica teórica de, digamos, 1kWh = 0,125 Kg ec por la equivalencia práctica de 1 kWh = 0,525 Kg ec, pues esta última, que lleva implícito un rendimiento, daría cuenta de la sustitución de las dos formas primarias.

Referido este análisis a los resultados finales del proceso energético, los criterios son aún más dispares y variables. Para atender una demanda de trabajo mecánico se requiere 4.8 veces más de energía bruta en el yacimiento de carbón que en el aprovechamiento hidráulico, servida atendida dicha demanda con motores eléctricos, como es lo usual. El uso directo de combustibles y el empleo indirecto de la energía hidráulica para producir calor industrial conducen a substituir las dos cantidades brutas de energía primaria en la relación 2,4 : 1; si la comparación se lleva al terreno del transporte (en que los rendimientos medios encierran variaciones más acentuadas) dicha relación se hace 3,3 : 1.

Las cifras que anteceden bastan para demostrar cuán inseguro es agregar magnitudes heterogéneas y para sugerir cautela al interpretar balances energéticos en que ellas se suman con determinados criterios de equivalencia; así y todo, las arbitrariedades aquí incurridas son menos temerarias e igualmente justificadas que otras muy usuales en la contabilidad social monetaria de las naciones.

El mayor tropiezo que se encuentra, en el empleo de estos criterios de equivalencia llamados "prácticos", consiste en que ellos reflejan la estructura de los recursos aprovechados y de los usos técnicos y los rendimientos en las transformaciones y aprovechamientos de la energía. Puesto que tal estructura y rendimientos son dispares al comparar varias regiones y variables al correr del tiempo en una misma región, parece conveniente usar equivalencias teóricas y limitar las consolidaciones de cuentas energéticas a los casos más indispensables. Dentro de este punto de vista, se usará la unidad común "toneladas equivalente carbón" y sus múltiplos (2).

1.4. Las necesidades industriales y domésticas de calor e iluminación, de motores y vehículos, aumentan sin cesar, debido a la expansión demográfica, a la elevación de los niveles de vida y a la intensificación y complejidad creciente de los recursos técnicos empleados. Este impulso dinámico hace crecer la demanda de energía, en todas sus formas, de modo permanente y acelerado. Por otra parte, la disponibilidad de los recursos naturales que actualmente se emplean para satisfacer esta demanda es limitada: el aprovechamiento pleno de los recursos renovables y la consumición total de los recursos agotables puede anticiparse a plazo relativamente breve, dados los ritmos actuales de elevación de cada demanda; la continuación del desarrollo económico dependerá en los años venideros del descubrimiento de nuevos recursos naturales, del desarrollo de nuevas técnicas que posibiliten la utilización de otros recursos hasta ahora no explotados y del más eficiente aprovechamiento de los recursos disponibles.

Puede observarse este crecimiento de la demanda de energía bruta en el Cuadro 1, en que las diversas formas primarias se expresan en equivalente carbón y adicionan; las cifras (adaptadas del estudio de P.C. Putnam, "Energy in the Future") se refieren al consumo mundial e incluyen una previsión a largo plazo. El Cuadro 2, contiene los datos correspondientes a América Latina.

Las tasas de crecimiento del consumo, no sólo exceden a las del crecimiento vegetativo de la población, sino también a las del producto; la expansión de los consumos latinoamericanos es más acelerada que la del mundo entero: el crecimiento demográfico y la iniciación del desarrollo industrial han determinado esta mayor celeridad.

En el último siglo transcurrido la humanidad ha consumido una cantidad de energía vecina a los dos tercios que consumiera en los diecinueve siglos anteriores; en el próximo siglo es plausible esperar una demanda de energía tal vez veinte veces mayor que en el siglo pasado. En América Latina, a fines del siglo pasado, se consumió en dos decenios la octava parte de lo que se consumiera en los últimos dos decenios; en los próximos dos decenios se consumirá, plausiblemente, tres veces más que en los dos recién pasados.

1.5. Dos procesos históricos simultáneos influyen en dirección contraria sobre los niveles de consumo de energía:

- a) La tendencia sostenida a una mayor energetización de los procesos técnicos y a una mayor complejidad técnica de la producción y del consumo.

CUADRO 1CONSUMOS ANUALES DE ENERGIA BRUTA TOTAL EN EL MUNDO

(medida en Gtec) (3)

Años	Carbones	Petróleo y Gas	Lefia y desechos vegetales	Fuerza motriz hidráulica.	Total equivalente	Suma acumulada desde año 1 AC.
1860	0,15	0,006	0,43	-	0,58	340
1880	0,34	0,014	0,47	-	0,82	360
1900	0,83	0,05	0,53	-	1,41	385
1920	1,35	0,19	0,64	0,004	2,16	450
1940	2,02	0,60	0,71	0,016	3,31	495
1960	2,47	1,52	0,76	0,04	4,79	570
2060			(mínimo plausible)		180	4550

## TASAS MEDIAS DE CRECIMIENTO DEL CONSUMO

(en por ciento, tasa de variación acumulativa anual)

Periodos	Carbones	Petróleo y Gas	Lefia y Desechos vegetales	Fuerza motriz hidráulica.	Total equivalente
1860-80	4,2	7,5	0,4	-	1,7
1880-00	4,6	6,8	0,6	-	2,7
1900-20	2,4	6,8	0,9	-	2,2
1920-40	2,2	5,9	0,6	7,1	2,2
1940	1,0	4,8	0,4	4,4	1,8
1960-2060				(mínimo plausible)	1,3

CUADRO 2CONSUMOS ANUALES DE ENERGIA BRUTA TOTAL EN AMERICA LATINA

(medida en Mtec) (4)

Años	Carbones	Petróleo y Gas	Leña y desechos vegetales	Fuerza motriz hidráulica	Total equivalente.	Suma acumulada desde 1860	Parte del consumo mundial (%)
1860	-	-	10	-	10	-	1,7
1880	3	-	14	-	17	262	2,0
1900	7,5	1	21	-	29	724	2,0
1920	8	5,5	28,5	0,3	42	1425	2,0
1940	8	24	34,5	1	68	2505	2,0
1960	10,5	111	37,5	4	163	4653	3,4
1980	24	525	37	17	603	10856	-

TASAS MEDIAS DE CRECIMIENTO DEL CONSUMO

(en porciento, tasa de variación acumulativa anual)

Periodos	Carbones	Petróleo y Gas	Leña y desechos vegetales	Fuerza motriz Hidráulica.	Total equivalente
1860-80	-	-	1,7	-	2,8
1880-00	4,7	-	2,0	-	2,8
1900-20	0,3	8,9	1,5	-	1,9
1920-40	0,0	7,6	0,9	6,3	2,4
1920-60	1,3	8,0	0,4	7,2	4,5
1960-80	4,2	8,2	0,0	7,6	6,2

- b) La tendencia sostenida al aprovechamiento cada vez más eficaz de los recursos energéticos disponibles.

En el Cuadro 3 se ilustra (en base a estimaciones de Putnam) la disponibilidad de energía aprovechada por habitante y los rendimientos medios estimados en los diversos usos de la energía; las cifras ahí consignadas constituyen promedios mundiales e incluyen una previsión.

CUADRO 3

ENERGIA APROVECHADA ANUAL EN EL MUNDO Y RENDIMIENTOS MEDIOS  
DE USO DE LA ENERGIA  
(medidas en Kgec/hab/año y en %) (5)

Años	Consumo medio por cápita	Rendimiento medio del uso	Periodos	Tasa de crecimiento del consumo per cápita
1860	55	11		
1880	75	12	1860-80	1,6
1900	115	13	1880-00	2,1
1920	180	15	1900-20	2,3
1940	300	20	1920-40	2,6
1960	510	27	1940-60	2,7
2060	mínimo (plausible) 2.000	36	1960-2060	0,6

La eficiencia con que se aprovechan los recursos naturales de la energía al emplearlos en sus usos finales depende de los rendimientos del equipo productor y usuario de energía y es típica, para cada forma de energía, de los diferentes usos finales; en este sentido, los progresos señalados en el Cuadro 3, no sólo reflejan el perfeccionamiento del equipo y una tendencia cada vez más acentuada a la sustitución de las formas más burdas de la energía por las formas más nobles: también dependen de la estructura de los consumos. En el Cuadro 4 se señala un desglose de los consumos mundiales según sus usos finales. Puede observarse ahí cómo varían las preferencias del consumo con el proceso de desarrollo económico y tecnológico: en las primeras etapas predomina el calor doméstico, en las etapas ulteriores predomina la fuerza motriz y el transporte. Comparando estas proporciones con las del Cuadro 5, que caracteriza de modo análogo a cuatro países latinoamericanos, puede preverse en esta última región, en proceso de industrialización, una evolución paulatina de la estructura de los consumos que ha de tener incidencia en la composición y volumen de la demanda futura de energía.

CUADRO 4DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LA ENERGIA NETA SEGUN  
USOS FINALES EN EL MUNDO (6)

Años	Calor doméstico	Calor industrial	Fuerza y transporte	Total
1860	80	6	14	100
1880	71	8	21	100
1900	59	10	31	100
1920	45	10	45	100
1940	36	11	53	100
1960	32	11	57	100
2060	30	12	58	100

CUADRO 5DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LA ENERGIA NETA SEGUN SUS USOS FINALES  
EN AMERICA LATINA  
(en el decenio 1940-50) (7)

Países	Calor doméstico	Calor industrial	Fuerza y transporte	Total
Argentina	27	32	41	100
Colombia	59	22	19	100
Chile	34	40	26	100
México	30	35	35	100

Los rendimientos medios del aprovechamiento de la energía en América Latina no han sido estimados con suficiente rigor; no obstante estudios de la Cepal dan una indicación de dichos valores y sugieren una tendencia previsible a mejorar la eficiencia de las instalaciones, en la medida en que los procesos de industrialización y la elevación de los niveles de vida aproximen sus rendimientos a los de países más maduros. El Cuadro 6 resume dichas estimaciones:

CUADRO 6RENDIMIENTOS MEDIOS DE USO DE LA ENERGIA EN AMERICA LATINA  
EN 1955 (7) (8)

<u>Extracción, adecuación y</u> <u>transporte de la energía</u>	<u>Promedio</u> <u>latinoamericano</u>		
Lefia	60		
Carbón	85		
Petróleo	85		
Coquerías	93		
Generación hidroeléctrica	63		
Generación termoeléctrica	15		
<u>Usos técnicos finales</u> <u>de la energía</u>	<u>Países</u> <u>industrializados</u>	<u>Países latinoameri-</u> <u>canos más avanzados</u>	<u>Países latinoameri-</u> <u>canos menos avanzados</u>
Trabajo mecánico fijo	90	90	80
Transporte			
Ferroviario	4	3	2
Carretero	5	5	4
Calor industrial			
Hornos metalúrgicos	35	25-30	15-20
Otros tipos de calor seco.	30	22-28	15-20
Calor húmedo	30	20-25	15-20
Calor doméstico	60-65	50-55	30-35
Iluminación	15	10	10

1.6. Al observar la velocidad de crecimiento de los consumos suministrados por las distintas formas primarias de la energía, según se ilustra en los Cuadros 1 y 2, puede comprobarse un proceso de intersustitución entre los recursos primarios. Los Cuadros 7 y 8 expresan las proporciones en que estos participan en el Mundo y en América Latina, respectivamente.

CUADRO 7

COMPOSICION DEL CONSUMO DE ENERGIA BRUTA EN EL MUNDO  
(distribución porcentual correspondiente al Cuadro 1) (9)

Años	Carbones	Petróleo y Gas	Leña y desechos vegetales	Fuerza motriz hidráulica	Total equivalente
1860	26	1	73	-	100
1880	41	2	57	-	100
1900	59	3	38	-	100
1920	63	9	29	0,2	100
1940	60	18	22	0,5	100
1960	51	32	16	0,8	100
	Combustibles fósiles	Recursos naturales renovables	Energía nuclear	Total	
2060		25	15	60	100

En el periodo comprendido entre 1860-1920 el combustible tradicional, la leña, cedió paso al carbón, que en la primera postguerra alcanzó su más elevada contribución a la demanda de energía; en aquel periodo, el consumo de carbón crecía a tasas superiores al 4% ac. an. y suministraba hasta los dos tercios del equivalente calorífico total requerido por el mundo. En el periodo siguiente, 1920-1960, los hidrocarburos líquidos y gaseosos aumentaban con tasas del 6 y 5 % ac. an. y alcanzaban, al término del periodo, a proveer un tercio del equivalente calorífico total; la leña redujo su participación, en el transcurso de un siglo, de 3/4 a 1/6 del total. Entre tanto, la energía hidroeléctrica crecía con tasas del 7 y 4 1/2 % ac. an. en los últimos cuarenta años, mientras el total equivalente lo hacía con tasas vecinas al 2% ac. an.

CUADRO 8

COMPOSICION DEL CONSUMO DE ENERGIA BRUTA EN  
 AMERICA LATINA  
 (distribución porcentual correspondiente al Cuadro 2)

Año	Carbones	Petróleo y Gas	Leña y desechos vegetales	Fuerza motriz hidráulica	Total equivalente
1860	-	-	100	-	100
1880	18	-	82	-	100
1900	25	3	72	-	100
1920	19	13	67	1	100
1940	12	35	52	1	100
1960	6	68	24	2	100
1980	4	87	6	3	100

Al comparar cómo ha evolucionado el aprovechamiento de los recursos energéticos en América Latina con el del conjunto del mundo, se pueden distinguir los mismos fenómenos de sustitución ya señalados, pero en un proceso más tardío y a la vez más acelerado y en proporciones algo diferentes. La leña, que en 1860 proveía la totalidad de las necesidades energéticas, al cabo de un siglo suministra 1/4 del total. El carbón nunca tuvo una importancia preponderante: a comienzos del siglo alcanzaba su mayor participación, al proveer 1/4 del total, luego crecía poco o nada, en términos absolutos, tendiendo en los últimos años a proveer 1/20 del total. En cambio, el consumo de petróleo y gas crecía durante sesenta años, con tasas sostenidas alrededor del 8% ac. an. y actualmente provee poco más de dos tercios del total equivalente. La velocidad de crecimiento de la energía hidroeléctrica, durante los últimos cuarenta años, se ha mantenido alrededor del 7% ac. an. y su importancia, en términos relativos, es más del doble, que en el conjunto del mundo.

Este desarrollo dispar de las cuatro formas primarias de la energía revela cómo se sustituyen unas a otras en la provisión del mismo servicio final. Los combustibles se substituyen entre sí y con la energía hidromecánica para generar electricidad: sobre todo el carbón y los derivados pesados del petróleo compiten, en la generación termoeléctrica, con la generación hidroeléctrica, aunque, en cierta medida, la complementan, para "afirmar su seguridad hidrológica" y mejorar la regulación de los sistemas interconectados. De igual modo, los combustibles pesados compiten entre sí en la producción de calor industrial, usos en que aventajan a la electricidad. El carbón y el petróleo también concurren en la producción de calor doméstico (en particular, a través del gas de coquería, los gases de petróleo y otros derivados livianos de la refinación del petróleo) y en las

zonas rurales compiten también con la leña; ésta se emplea principalmente en la vecindad del bosque, donde las redes de distribución de la energía comercial no llegan y se consume mayormente como bien libre. El transporte y la fuerza motriz industrial pueden ser provistos indistintamente por la electricidad, el carbón y el petróleo; en cambio ciertos usos de la energía son servidos por una forma con exclusión de las demás: la electricidad, en iluminación y procesos electroquímicos; los carburantes derivados del petróleo, en transportes automotores; el coque metalúrgico, en la producción de acero.

La elección de una forma de energía o de otra queda condicionada por posibilidades técnicas y preferida por consideraciones de rendimiento y precio; resultan así delimitadas tres zonas del mercado de la energía, según el grado de sustituibilidad y competencia entre los diversos productos energéticos elaborados: más o menos un cuarto de la energía neta en América Latina lo constituyen usos privilegiados por razones técnicas, donde es imposible la sustitución entre las diversas formas de la energía o donde las ventajas de algunas son muy pronunciadas sobre las demás; otro cuarto del consumo corresponde a una zona intermedia de difíciles sustituciones, donde, sin haber impedimentos técnicos para el reemplazo, hay ventajas económicas acusadas, usos preferidos habituales, insuficiencia parcial de la oferta o rigideces de la competencia; finalmente, la mitad de la energía neta se destina a usos en donde los rendimientos y precios de las diversas formas de energía empleadas para el mismo fin son parecidos y, en consecuencia, puede usarse facultativamente cualquiera de ellas.

Existe, pues, un amplio margen de reemplazo de las formas primarias y de las formas elaboradas de la energía; esta posibilidad, la evolución de las relaciones de precios - condicionada, a su vez, por el grado de explotación de los recursos naturales y el perfeccionamiento dispar de los rendimientos del equipo productor y usuario de la energía, han condicionado la variación de proporciones descrita en los Cuadros 7 y 8; la evolución futura de este cambio es de difícil previsión. Como el grado de aprovechamiento de las diversas formas energéticas varía en amplio rango, la composición porcentual de la energía neta señala una participación cada vez mayor de las formas energéticas más nobles y una participación menor de las más burdas: en este orden de valoraciones, comparados en un país latinoamericano, los rendimientos medios de la electricidad, los derivados del petróleo, el carbón y sus productos, y la leña, se han obtenido respectivamente, las relaciones  $4 \frac{1}{2}$ :  $2 \frac{1}{2}$ :  $2:1$ . (10).

1.7. La energía constituye insumo de producción de todas las actividades productoras y es, además, bien de consumo final en todos los hogares domésticos: su uso es extensamente difundido; por esta doble calidad, se la consume en cantidades muy rígidamente exigidas, de modo siempre creciente e intolerante a las privaciones: una deficiente provisión de energía deprime directamente la producción y el bienestar de la comunidad. Estas dos características mencionadas, lo difundido y lo indispensable de su uso, hacen de la energía un servicio social básico.

La cantidad de energía que consume una colectividad depende de su grado de desarrollo técnico, de su estructura económica y de sus hábitos de vida; está también condicionada por la disponibilidad de sus recursos naturales. La relación entre los insumos de energía y los productos de bienes y servicios que aquellos contribuyen a crear, es una magnitud característica de cada sector de la actividad económica de un país, alterable sólo entre límites muy estrechos.

El Cuadro 9 agrupa los índices económicos que permiten caracterizar mejor la importancia relativa de la producción y del consumo de energía; aunque es típico de un país latinoamericano, en un año de su historia, resulta ilustrativo, en un sentido general. Podemos constatar ahí que la energía se distribuye hacia todos los sectores de la producción y hacia el consumo, aunque de modo muy dispar: no existe una proporción común entre las aportaciones a la creación del producto y las necesidades de energía para ello requeridas; los insumos de energía por unidad de producto son pequeños en tres de los sectores productores y elevados en los otros tres, variando este índice en la relación de 1:38. La disparidad en las tasas de crecimiento de los distintos sectores, que anuncia variaciones históricas de la estructura de producción del país, ocasionará modificaciones en el cociente medio de insumo/producto, cuando se consideran agregados sociales completos. Si se compara en los diversos países de América Latina dicho cociente, se obtienen índices que varían dentro de un rango cuyos valores extremos guardan la relación 1:9; esta disparidad refleja las diferentes estructuras de producción: así, por ejemplo, sociedades de economía principalmente agropecuaria necesitan para su producción menos energía que otras en que la industria y la metalurgia tienen mayor importancia (11).

Por otra parte, la relación del consumo de energía al ingreso disponible de las personas es también una magnitud característica de la economía del país y mide la importancia de la energía como bien de consumo familiar: ella es también bastante fija, y aunque varía en una misma población según el emplazamiento social de las familias, su rango de diversidad es menor que el correspondiente en la producción. Los consumos netos de energía para uso familiar, además de depender del ingreso familiar y de los precios del producto y del equipo usuario, dependen de variadas circunstancias técnicas y económicas y se ven influidos también por las características geográficas, climáticas y sociográficas de la población: así por ejemplo, una elevación o distribución más equitativa del ingreso, los efectos contagiosos de "demostración" de estándares de vida más elevados, la abundancia de la oferta, las mejoras de las vías de comunicaciones y la promoción de ventas, los procesos de concentración urbana y una política favorable de precios, deben contribuir a acentuar la cuota de consumo per capita de energía de las personas.

1.8. Otras características de la energía se ilustran en el Cuadro 9. En términos relativos, la contribución directa de la actividad productora de energía al producto del país es pequeña; la fuerza laboral empleada en estas actividades es también relativamente pequeña; pequeños son los insumos de energía en relación al valor bruto creado con su aportación, pequeños son los gastos que una sociedad dispendía en energía, en relación a sus ingresos. No obstante, este pequeño ingrediente de la vida económica es inexcusable, en cantidades determinadas, para su funcionamiento; insumido en todos los procesos intermedios de la producción, participa indirectamente en todas las manufacturas; consumido en los hogares, satisface necesidades primarias; evidentemente su importancia económica para una colectividad no se ve bien reflejada en el valor total de sus ventas.

La industria extractiva y productora de energía crea aproximadamente el 2% del ingreso nacional en los países latinoamericanos de mayor desarrollo; en países industrializados este porcentaje es vecino al 4%. La relación (monetaria) del insumo de energía al valor bruto de la producción, bastante variable en los

## CUADRO 9

IMPORTANCIA RELATIVA DE LA PRODUCCION Y CONSUMO DE ENERGIA  
EN EL CONJUNTO DE LA ACTIVIDAD ECONOMICA. CHILE, 1958 (10)

Sectores de la actividad económica	Producción de bienes y servicios	Tasa de crecimiento del producto (o)	Consumo intermedio de energía	Insumo de energía por unidad de producto. (oo)	Formación de capital	Ocupación laboral
Agricultura	15	1.2	3	0,2	10	33
Minería	5	0.2	12	2,4	8	3
Industria	27	4.5	26	1,0	22	23
Construcción	1	1.9	0,3	0,2	31	4
Transporte	6	0.5	22	3,8	16	5
Servicios	43	3.6	4	0,1	1	31
			Producción de energía			
Industria de la energía	2	2.1	100	-	12	1
Total	100	3.4	-	1.0	100	100
	Consumo de bienes y servicios		Importaciones de bienes y servicios			
Energía	2	6	33			
Otros bienes y servicios	98	94	-			
Total	100	100	-			

(o) Porcentaje acumulativo anual

(oo) Valor relativo al promedio nacional

distintos sectores productores, es en Latinoamérica una cifra pequeña: del 2 al 4% en la industria, del 15 al 25% en el transporte; muy pequeña en los demás sectores (12).

En cambio, la parte que las inversiones del sector energía representan en la capitalización nacional es relativamente elevada: del orden del 12% en los países latinoamericanos más desarrollados, cifra comparable a la que se da entre los países maduros: se observa, por otra parte, que esta cifra tiende a elevarse, mientras la relativa al ingreso tiende más bien a decrecer.

La extracción, manufacturera o refinación y el transporte o distribución de la energía comprometen una tecnología complicada y concentran pesados recursos de capital. El proceso de instalación de la capacidad productora es, por razones técnicas, lento, y el equipo necesario es poco divisible, con netas economías de escala, y en general de manufactura extranjera. Puesto que dicha capacidad productora debe crecer al ritmo de la expansión demográfica y del desarrollo económico, cuantiosos recursos de inversión, de fuerte componente en divisas y de lenta maduración, deben ser inmovilizados oportunamente, para evitar los efectos paralizantes de la insatisfacción de la demanda. De aquí resultan programas de ampliación de la capacidad productora que tienen, en los países latinoamericanos, fuerte incidencia sobre las capacidades de ahorro y de pago sobre el exterior, y que deben guiar su desarrollo de acuerdo a previsiones de vasto horizonte.

Debe preverse en Latinoamérica, al ritmo actual de crecimiento del producto, inversiones en el sector energía que oscilan entre 5 y el 15% de la formación bruta de capital y cuyo valor medio para el continente puede estimarse en un 8%. La inversión destinada al sector productor de energía, excede los 1.500 millones de dólares anuales, en períodos recientes, y se reparte aproximadamente en un 58% a la electricidad, en un 40% al petróleo y en un 2% al carbón. De esta cifra, una parte muy importante de ella ocasiona gastos en divisas: en promedio un 55% de las inversiones son equipadas desde el extranjero; este porcentaje se eleva, en promedio, a un 65% tratándose de las instalaciones petroleras y es levemente más bajo, en el caso de las restantes: los servicios eléctricos y las instalaciones carboníferas se equipan, como promedio, en un 50% con material importado (12).

La mayoría de los países del continente, aún lo que poseen fuentes propias de energía, y hasta los que exportan petróleo, adquieren del exterior combustibles, cuando menos para completar la provisión interna. El porcentaje que estas adquisiciones representan en el valor de las importaciones totales varía mucho entre ellos y al correr del tiempo; pueden señalarse como cifras medias: Venezuela 0,5%; México, Perú y Ecuador, 1 a 2%; Colombia, Centroamérica, Antillas, Guayanas, Bolivia y Paraguay, 3 a 6%; Argentina, Brasil, Chile, Cuba y Uruguay 7 a 20%.

No menos importante es entonces el efecto sobre el balance de pagos: sólo las importaciones de combustibles en los recientes años han alcanzado una cantidad vecina a los 1.500 millones de dólares anuales, que se distribuyeron, en conjunto, aproximadamente un 60% en petróleo crudo, un 33% en derivados de petróleo y un 7% en carbón. Estas importaciones representan, en promedio, algo así como el 5% de la capacidad para importar de los países latinoamericanos.

Si por otra parte, se consideran los gastos anuales de capital en divisas, que alcanzan a algo así como un 15% de dicha capacidad, puede estimarse que un quinto de los medios de pago sobre el exterior están destinados a satisfacer las necesidades de energía (12). La importancia de tales efectos sugiere una política de desarrollo de los recursos internos, de fomento a la fabricación nacional de ciertos bienes de capital y de reducción de los servicios técnicos del exterior.

1.9. Otra característica relevante de la energía es su variabilidad temporal: la demanda presenta variaciones estacionales y, en parte, horarias; algunos de los recursos de que se extrae están disponibles también de modo variable al correr del año o en el transcurso del día. Además, a las contingencias aleatorias de la demanda se agregan las contingencias en la disponibilidad de recursos; tratándose de aquellos que yacen en el subsuelo, su exploración exige faenas técnicas de éxito incierto. Esta variabilidad e incertidumbre, ligadas a un servicio que por su importancia social no tolera fallas de suministros, imponen una capacidad productora holgada con elementos de reserva, instalaciones costosas destinadas a regular recursos primarios y productos manufacturados, y fondos financieros para asegurar operaciones arriesgadas o inciertas.

Debido a las características ya descritas del consumo y de la producción de energía, la organización institucional de las empresas productoras y las características económicas del mercado tienen rasgos especiales. En primer lugar, el mercado de la energía es de tipo monopolístico y la competencia entre las diversas formas de la energía está dificultada por múltiples rigideces; la multiplicación de instalaciones productoras concurrentes tiene difícil justificación económica y la existencia de servicios distribuidores paralelos es, en muchos casos, técnicamente absurda; la rentabilidad de las inversiones tiende a ser baja; el peso e indivisibilidad de éstas prácticamente excluye un fraccionamiento del mercado, tendiéndose a la otorgación de zonas de influencia o cuotas de producción; por ello, de este sector de la economía sólo se ocupan poderosos inversionistas, a menudo estatales o grandes consorcios extranjeros. En segundo lugar, la condición de servicio social básico de la energía y la tendencia monopolística de su mercado han motivado, en la mayoría de los países, una fuerte intervención del estado: éste interviene no sólo al fijar precios, aranceles y tarifas y al supervigilar la función productora, sino también promoviendo y orientando su desarrollo, a través de una política de financiamiento y créditos, cuando no termina por hacerse cargo de la administración directa de las empresas. Finalmente, y en tercer lugar, la intervención en el mercado exige un conocimiento de los costos, criterios sociales de evaluación, y una previsión de los efectos de la política económica; la orientación promotora ha de basarse en la planificación nacional a largo plazo de la producción y en un buen inventario de los recursos naturales; a su vez, estos conocimientos, planes e inventarios requieren estudios técnicos, económicos y científicos complicados, que deben ser atendidos por personal especializado, relativamente escaso en la región.

Puede afirmarse, en términos generales, que todos los gobiernos latinoamericanos se han venido preocupando, en mayor o menor grado, de asegurar y promover el abastecimiento oportuno de las diversas formas de la energía. Esta preocupación a menudo no ha sido exitosa, pues, en general, falta una política

convergente y orientada; el conocimiento de las necesidades, de los recursos o de la eficiencia de empleos es inadecuado, y a menudo los financiamientos han resultado insuficientes o rezagados, por lo que la demanda ha quedado muchas veces insatisfecha.

Hasta la década de 1930-40, la empresa privada, en especial de origen extranjero, obtenía concesiones de los gobiernos latinoamericanos para la explotación de servicios eléctricos, limitándose aquellos a ejercer funciones de control; posteriormente, se ha ido introduciendo en casi todos ellos, un sistema mixto privado-estatal, en que la parte pública adquiere importancia creciente; el desarrollo del crédito internacional desde la postguerra ha permitido el pesado financiamiento de las instalaciones. Una diferenciación más neta se ha producido en el campo del petróleo. En la mayor parte de América Latina empresas subsidiarias de los grandes consorcios internacionales exploran los yacimientos, aunque una acción gubernamental directa y aportaciones presupuestarias fiscales existen, en diversos grados, en los diez países productores; en cuatro de ellos la explotación de los yacimientos por el estado es de exclusividad total, en cuatro de ellos es mínima. Las pocas explotaciones carboníferas de América Latina se han financiado por iniciativa privada de inversionistas locales; el desarrollo posterior de la industria siderúrgica ha favorecido su expansión, beneficiándolas con créditos internos y eventualmente externos.

## 2. EL CONOCIMIENTO DE LOS RECURSOS DE ENERGIA

2.1. Los recursos de energía considerados a continuación corresponden a las formas primarias de ésta que - en la actualidad y durante el último periodo histórico - han sido aprovechadas como disponibilidades naturales y han sido transformadas y transportadas para sus múltiples empleos, usando las técnicas corrientes, por ahora económicas en las naciones que las consumen. Esencialmente son cuatro: los combustibles líquidos y gaseosos (petróleo y gas natural), los combustibles minerales sólidos (Carbón, lignito y turba), los combustibles vegetales (leña) y la fuerza motriz hidráulica (aprovechable como hidroeléctricidad).

La inclusión de la leña se justifica por su intenso empleo en América Latina, lo que cuando menos es relevante si se consideran los niveles de consumo y su eventual substitución por combustibles de mayor poder calorífico. Otras formas de la energía han sido excluidas del análisis: algunas, por su ínfimo empleo actual; las nuevas técnicas que recientemente empiezan a aplicarse en los países desarrollados, por que resulta imprevisible todavía su empleo difundido y eficacia económica en la región; aquellas que actualmente se encuentran en la etapa de la investigación científica, por la incertidumbre que su utilización encierra.

Esta limitación ineludible reduce el alcance de las previsiones sobre plazos de agotamiento de las reservas de energía, pues el desarrollo de nuevas técnicas puede enriquecer el acervo disponible, incorporando nuevos recursos al uso difundido o mejorando la eficiencia de su extracción, transformación, transporte y aprovechamiento final.

La ponderación relativa de estas cuatro formas de la energía, como ya se ha visto, plantea el problema de su comparabilidad: para compararlas es indispensable que sean sustituibles entre sí, de modo que cantidades de dos formas distintas, capaces de suministrar un mismo servicio final, se consideren equivalentes. La solución encontrada, consistente en hacer la simple suma de los equivalentes calóricos (medidos en tec), desvanece diferencias cualitativas relevantes.

Siete de quince países latinoamericanos carecen de carbón, cinco de ellos carecen de petróleo, dos tienen ínfimos recursos forestales y uno está dotado de muy escasos recursos hidráulicos. Semejante desequilibrio en la disponibilidad de las formas primarias de energía le da una nueva significación al problema de las equivalencias energéticas: conduce, de este modo, a la consideración de las ventajas de una disponibilidad diversificada de recursos o de las desventajas que representa el disponer de cantidades equivalentes concentradas en una o en dos de las formas principales.

En estricto rigor, los tres recursos principales - el petróleo, el carbón y la fuerza motriz del agua - no son intersustituibles para todos los usos finales de la energía. El petróleo tiene un uso privilegiado, su empleo como carburante en el transporte carretero y aéreo; un uso compartido con el carbón, su empleo como combustible para producir calor (o fuerza en forma de vapor a presión) en usos industriales, domésticos y del transporte; y un uso compartido con el agua y el carbón, para producir electricidad. El carbón tiene un uso privilegiado, su empleo como reductor en hornos siderúrgicos, y los mencionados empleos comunes en que puede substituir al petróleo y a la fuerza motriz del agua para producir calor industrial y electricidad. La fuerza motriz hidráulica tiene, en general, ventajas en la producción de electricidad, aunque concurren a este objeto también los combustibles capaces de producir vapor; por otra parte, la electricidad tiene usos privilegiados en la iluminación, o ventajosos, su empleo en motores.

La disponibilidad de combustibles puede entonces excusar la existencia de recursos hidroeléctricos: la aseveración inversa sin embargo, no es válida. Si se comparan los usos privilegiados del petróleo y del carbón, puede constatar que los primeros son relativamente más importantes y más incompresibles que los segundos en América Latina, tanto por la cuantía relativa del transporte a motores de combustión interna, frente a la siderúrgica, como por la tendencia a reducir los consumos específicos de carbón en esta última y a complementarlo con el petróleo en ese uso. En cuanto a la leña, en su mayor parte se la emplea en consumos domésticos rurales: la extensión de redes distribuidoras de energía y las tendencias crecientes a emplear la madera en sus usos más nobles, además de los bajos rendimientos y dificultades de transporte de la leña, rebajan mucho las ventajas de este último combustible.

Debe concluirse, en consecuencia, que una mayor heterogeneidad de las fuentes naturales de energía permite aprovechar mejor las características propias de cada una de ellas y desarrollarlas de modo complementario.

2.2. Las informaciones disponibles acerca de reservas deben calificarse según el grado de certidumbre que de ellas se tenga. Reconocido un yacimiento o una hoya fluvial, se hacen estimaciones, más o menos precisas, acerca de sus potencialidades en combustibles o en fuerza motriz hidráulica. La validez de las conclusiones de allí extraídas y la posibilidad de adicionar las reservas así evaluadas, dependen del grado de certidumbre y de la homogeneidad de las cifras: la comparación de recursos correspondientes a diversos países o regiones supone, por otra parte, que la precisión de las medidas o deducciones cuantitativas sea semejante, y las cifras totales de una extensa zona sólo serán representativas si agregan magnitudes valorizadas con una certidumbre parecida.

Surge así la necesidad de uniformar los criterios de calificación de las reservas, en lo referente a la calidad de la información misma, y distinguir los casos en que ésta es detallada y densamente distribuida sobre el área del yacimiento o de la cuenca hidráulica, de los casos en que es incompleta y rala. Desde luego, se reputan inexistentes las reservas desconocidas.

Tratándose de los recursos minerales esta información se refiere a los siguientes datos:

- a) La existencia o identificación del yacimiento;
- b) Las cantidades que yacen;
- c) Las calidades de los recursos;
- d) La explotabilidad del yacimiento.

Esta última puede ser actual o futura previsible. En general, se reputan inexistentes las reservas consideradas inexplotables a largo plazo.

Un segundo punto de vista se refiere a los métodos empleados en la explotación y que contribuyen también a definir el grado de certidumbre de la información:

- a) Los sondeos proveen un muestreo más completo, directo y detallado;
- b) Menos seguras son las informaciones basadas en la observación de afloramientos y excavaciones;
- c) De un valor indirecto y muchas veces meramente conjetural son las informaciones basadas en indicaciones geológicas generales.

Los dos aspectos mencionados definen la noción de certidumbre de los datos, según que ellos sean directamente apreciados, o que se hayan obtenido de modo indirecto, a través de deducciones y generalizaciones o que sólo descansen en simples conjeturas.

Varias clasificaciones han sido propuestas; la más aceptada fue definida en 1944 por el United States Geological Survey y por el United States Bureau of Mines; ella separa las reservas en tres clases: "medidas", "indicadas" e "inferidas". Son reservas "medidas" aquellas identificadas, cuantificadas y calificadas a través de una exploración y muestreo detallado y abundante, valiéndose de sondeos, observación de afloramientos y excavaciones e indicaciones geológicas generales; la información es suficientemente completa, directa y precisa como para admitir que las estimaciones no contienen errores de más del 20%.

Reservas "indicadas" son aquellas conocidas a través de una información poco abundante e insuficientemente detallada, con medidas específicas, datos de producción y proyecciones hasta una distancia razonable, basándose en evidencias geológicas.

Reservas "inferidas" son aquellas cuyas características cuantitativas se basan en un conocimiento general de la geología del depósito, a través de deducciones que suponen continuidad, repetición o similitud de esas características.

Blondel y Lasky han propuesto unir las dos primeras clases - "medidas" e "inferidas" - y darles la denominación común de "demostradas"; por otra parte, le restringen, dentro de este grupo, a los yacimientos que se consideran explotables en las condiciones presentes; los demás yacimientos, aquéllos que para ser explotados requieren condiciones técnico-económicas más favorables o aquéllas cuya exploración no permite clasificarlas como "reservas inferidas", proponen denominarlos "reservas potenciales".

La denominación tradicional de "reservas probadas" coincide, aunque con cierta vaguedad, con la denominación de "reservas medidas"; en aquella antigua clasificación, además, se ponía énfasis en la justificación de inversiones necesarias para la explotación de las reservas. La denominación de "reservas probables" coincide con la de "reservas inferidas", y la de "reservas posibles" puede identificarse con la de "potenciales".

Las informaciones más antiguas se atienen a esta última clasificación; las más recientes, en particular las de la "World Power Conference", se ajustan a la clasificación propuesta por "U.S. Geological Survey - Bureau of Mines". En las clasificaciones que siguen se usará este último criterio, destacando al compilar las estadísticas sólo dos tipos de informaciones: las reservas "medidas" y las reservas "totales", incluyendo entre estas últimas a la suma de "reservas medidas" más "reservas indicadas" e "inferidas".

2.3. La medición del potencial hidroeléctrico de una cuenca debe atenerse también a ciertos principios que hagan comparables los resultados. Se define como "potencial bruto" a la potencia eléctrica total (medida en KW por el producto " $9,8 Qh$ ", siendo " $Q$ " caudales en  $m^3/seg$  y " $h$ " desniveles en m) que a lo largo del escurrimiento natural podría aprovecharse con rendimientos de 100%. En esta definición se abstrae de las obras artificiales capaces de introducir alteraciones del régimen de escurrimiento y de los desniveles susceptibles de aprovechamiento constructivo; los caudales, en consecuencia, son los flujos naturales, excluyendo regulaciones, y los desniveles, son las caídas brutas, excluyendo pérdidas de presión.

Puesto que los flujos en una sección dada de un río, varían de manera más o menos periódica al correr del tiempo, su caracterización no queda del todo definida a través de su promedio estadístico ( $Q_m$ ), que permite calcular la potencia media disponible. Por otra parte, como los sistemas eléctricos que usan dichos recursos los necesitan un porcentaje elevado del tiempo, interesa también definir aquellos caudales que tienen una probabilidad de ocurrencia elevada: se ha definido como "potencia firme" a aquella provista por caudales disponibles el 95% del tiempo ( $Q_{95}$ ).

Una estimación del potencial bruto puede hacerse considerando el área del escurrimiento o su canalización lineal. El "potencial bruto superficial" mide la potencia eléctrica media (promedio en el tiempo) por unidad de superficie ( $KW/Km^2$ ) correspondiente al agua de la cuenca y a la altura sobre el nivel del mar, en cada superficie unitaria que integra la hoya total (expresado en  $GWh/año$  por el producto " $Qh/367$ ", siendo "Q" volumen del escurrimiento anual en el área, en  $10^6 m^3/año$  y "h" altura media del área sobre el nivel del mar, en m). El agua de la cuenca considerada debe corresponder al escurrimiento superficial (precipitaciones, deducidas evaporación y transpiración vegetal e infiltración y escurrimiento subterráneo). El "potencial bruto lineal" en el lecho de los ríos mide la potencia eléctrica media a lo largo de todo el curso de cada corriente de agua (o en cada tramo, por unidad de longitud). Los potenciales brutos así calculados definen un límite superior inalcanzable, pero de un modo más o menos burdo, guardan relación con los aprovechamientos prácticos y son por ello útiles indicadores en ausencia de mejor información.

Se define como "potencial explotable" a los recursos existentes y susceptible de instalación de una cuenca, considerados los medios usuales de la técnica y los costos de producción, en relación a otras fuentes de producción eléctrica; estas condiciones técnicas y económicas limitativas se refieren a la situación vigente o a la de un futuro próximo previsible. La apreciación de los potenciales técnica y económicamente explotables supone una evaluación de proyectos específicos y un estudio de los sitios o secciones del cause donde puedan construirse instalaciones que canalicen el agua, aprovechen caídas y muevan turbinas o de las zonas del valle, que almacenen el agua, regulen el flujo y eleven la seguridad hidrológica del caudal disponible.

La energía anual generable con esta potencia dependerá no sólo de los volúmenes anuales disponibles y de las capacidades potenciales instalables, sino también del régimen de consumo eléctrico, en particular de las variaciones (estacionales y horarias) de la potencia instantánea demandada.

Por otra parte, la relación entre la potencia máxima instantánea demanda en un servicio eléctrico y la energía demanda en un cierto periodo (relación que caracteriza las variaciones temporales de la demanda y el grado de aprovechamiento de las instalaciones) es un dato típico de cada comunidad consumidora. Esta doble circunstancia - variaciones de la demanda eléctrica y variaciones en la disponibilidad del recurso hidráulico - hace necesario valorar a los cauces naturales según la frecuencia con que se dan sus caudales.

Las estimaciones de potencia eléctrica bruta disponible o neta instalada se definen, en consecuencia, según su seguridad hidrológica, y la energía generable supone atribuirle al consumo un cierto "factor de carga". En el presente estudio se medirá el potencial hidroeléctrico bruto con caudal mínimo ordinario ( $Q_{95}$ ) y con caudal medio ( $Q_m$ ); se estimará la energía anual generable atribuyéndole a la potencia neta instalada un factor de aprovechamiento correspondiente a las cifras medias anuales más elevadas que han sido registradas en las instalaciones actuales de la región.

La apreciación "lineal" de los recursos se aleja menos de los valores "explotables" que la "superficial" y tiene la ventaja de precisar los tramos de los ríos de más elevado potencial, en donde deben encontrarse los sitios más aprovechables; exige, por otra parte, una información más detallada. Estudios hechos en varios países, indican que la relación entre el potencial "explotable" y el "lineal" estaría comprendida entre 0,33 y 0,40; la relación entre el potencial "explotable" y el "superficial" ha sido estimada entre 0,17 y 0,20.

2.4. No todas las naciones de América Latina, ni todas las regiones de cada país han sido exploradas sistemáticamente en busca de recursos energéticos; por el contrario, la exploración es bastante deficiente: el conocimiento topográfico, hidrográfico, geológico y mineralógico se limita a restringidas zonas de esos países; hay territorios extensos que carecen de una cartografía adecuada, cuencas hidrográficas que carecen de pluviómetros e hidrómetros, se cuenta con escasos mapas geológicos y los sondeos del subsuelo están circunscritos a ciertas localidades. Por esta razón, cuando se habla de recursos existentes en realidad se alude simplemente a los recursos "conocidos" o "identificados," de los cuales existen estimaciones cuantitativas de cualquier grado de precisión. Yacimientos minerales o recursos hidráulicos de los cuales no existe una evidencia directa, sino simples presunciones indirectas, quedarán incluidos entre los recursos "desconocidos".

En este sentido, las cifras que describen las reservas disponibles reflejan sólo de modo imperfecto las características físicas del territorio; muchas veces indican, más bien, el grado de conocimiento que de él se tiene. La comparación de estimaciones sobre reservas hechas en el pasado revela cifras cada vez mayores al correr de los años, sobre todo tratándose de la riqueza del subsuelo, porque aluden a territorios cada vez mejor conocidos: las nuevas cantidades adicionales corresponden a descubrimientos de recursos que hasta entonces existían ignorados. Este hecho dificulta las comparaciones, pues el grado de cobertura de la prospección de los recursos es muy variable de región a región, de país a país; las estimaciones sobre reservas se hacen, poco a poco, más crecidas y este aumento es más fuerte en ciertas regiones que fueron sometidas a intensas exploraciones. De tal modo, atribuyéndole las reservas de las zonas exploradas a la totalidad del territorio nacional se está ignorando posibles existencias, que pueden tener mayor o menor importancia según el grado de cobertura de la prospección del territorio.

Las Naciones Unidas, al hacer un balance en 1949 sobre la utilización de recursos naturales, señalaba que "aun en los Estados Unidos de N.A., donde se ha prestado mayor atención a este tema que en cualquier otro país, se reconoce que las estimaciones disponibles son muy poco más que suposiciones inteligentes" y afirmaba también que la situación en el plano internacional era peor, por carecerse de información completa y fiable sobre existencias y consumos.

Esta situación, que no ha cambiado mucho desde entonces, se debe principalmente, a la insuficiencia de los servicios geológicos en las áreas no desarrolladas y a la tardía comprensión, por parte de los gobiernos, de las necesidades de un buen reconocimiento de los recursos: las dificultades que semejante tarea presenta exigen una mayor dedicación permanente de recursos financieros y personal especializado que la hasta ahora destinada.

En América Latina estos problemas se presentan con particular agudeza: la mayoría de los países sólo disponen de un inventario muy imperfecto de sus recursos energéticos, y en todo caso insuficiente para las necesidades de los gobiernos que pretenden promover un más intensificado aprovechamiento de ellos; enormes áreas del territorio son casi desconocidas y sus presuntas diferencias en recursos reflejan más la deficiencia de la prospección geológica e hidrográfica que una pobreza natural efectiva.

2.5. Un inventario de los yacimientos ha de precisar el emplazamiento, magnitud y calidad de los recursos conocidos; la evaluación de ellos permitirá apreciar sus posibles aprovechamientos, presente y futuros; estudios geológico-mineros complementarios, de prospección y exploración, hará posible estimar las cantidades de los yacimientos, cuya existencia es evidente pero cuyas características sólo se conocen de modo indirecto o deductivo.

Se puede afirmar que ninguno de los países latinoamericanos posee un inventario adecuado de sus reservas minerales, con información actualizada y completa sobre magnitud, calidad y características geológicas de los yacimientos. A esto se agrega que el conocimiento del subsuelo es muy dispar de región a región, y que las informaciones disponibles que provienen de los distintos países no son homogéneas en precisión, detalle o confiabilidad, lo que le resta valor a las comparaciones. En publicaciones internacionales, extrañas a la región, es donde se encuentra, en general, la información compilada de fuentes diversas, cuyo origen no siempre se especifica, y aunque dan una idea aproximada de las potencialidades de los diversos países, no constituyen un verdadero inventario físico. Los servicios geológicos nacionales no cuentan con el equipamiento y personal especializado necesario, los gobiernos nacionales no le han prestado suficiente atención al problema, y las empresas mineras o petrolíferas privadas, a menudo de origen extranjero, que han hecho sus propios inventarios, no difunden la información por considerarla reservada.

En América Latina las áreas cubiertas con mapas geológicos en escalas de 1: 250.000 o mayores no exceden el 5% del área total: el conocimiento geológico de la mayor parte restante es insuficiente y su perfeccionamiento supone mejorar, clasificar y refinar, en organismos centralizados, el caudal de información acumulada; los servicios geológicos nacionales deberán desarrollarse en la región para mejorar, actualizar e interpretar la información requerida. En América Latina, alrededor de 150 geólogos se ocupan de estas tareas, habiendo un 95% del territorio insuficientemente conocido: a modo de comparación puede señalarse que en Canadá un número similar de especialistas se ocupan de investigar un territorio por conocer que es 1/8 del latinoamericano.

La estimación de las riquezas del subsuelo en una cierta región latinoamericana se ha obtenido, de ordinario, sumando cantidades que fueron publicadas con la misma denominación y que no siempre son homogéneas. La existencia misma de los yacimientos supone una concentración apreciable de elementos útiles en la corteza terrestre, que puedan ser extraídos en forma económica. No sólo la forma, tamaño, composición y riqueza, y las características mecánicas del depósito (permeabilidad, porosidad y presión en el caso del petróleo), sino también las condiciones de extracción y de contorno (emplazamiento, distancia a los centros de consumo, facilidades de transporte, accesibilidad) determinan la

posibilidad económica de su explotación. Estas últimas circunstancias, que son independientes de las características del yacimiento, pueden variar considerablemente con el tiempo al ritmo de la evolución económica y tecnológica. El inventario de los recursos minerales debe especificar, pues, de manera homogénea, toda esta información detallada, que muchas veces ha faltado en las publicaciones disponibles.

Las empresas carboníferas y petrolíferas efectúan rutinariamente los trabajos de exploración de las reservas indispensables para asegurarse recursos durante un periodo razonable, en el que pueden recuperar las inversiones efectuadas con un margen conveniente de utilidades; el ritmo con que van extendiendo las exploraciones adicionales, lo regulan de modo de cubrir las extracciones de combustibles que puedan vender durante un periodo inmediato. El tipo de reservas que se conoce en un campo petrolífero o en una mina de carbón dependerá, entonces, del grado de desarrollo en que se encuentre su explotación. En general, las reservas estimadas para planear operaciones futuras de la empresa (y que incluyen reservas indicadas o inferidas) no se publican: los datos disponibles sobre reservas medidas corresponden al régimen de explotación actual.

Como la estimación de la riqueza en carbón y petróleo de una zona debe basarse en previsiones a largo plazo, los términos económicos de la definición del yacimiento no pueden eludir la previsión de la tecnología y condiciones de mercado imperantes en el futuro. Las incertidumbres que así resultan dejan margen a las apreciaciones subjetivas de quien realice las estimaciones. Nada más relativo, entonces, que la apreciación de las reservas: las cifras que se den serán válidas dentro de ciertas condiciones económicas y con un cierto grado de certeza que es necesario especificar en cada caso.

#### CUADRO 10

##### EVOLUCION DE LAS RESERVAS PROBADAS DE PETROLEO EN AMERICA LATINA Y EN EL MUNDO ENTRE 1939 Y 1963 (medidas en G tec) (13)

Años	1939	1944	1950	1954	1958	1963
Latino América	0,7	1,2	2,0	2,4	3,7	4,3
Mundo	5,5	9,1	13,7	24,1	47,0	55,8

El Cuadro 10 ilustra la evolución de las reservas "medidas" de petróleo en América Latina y en el Mundo: el rápido aumento de las reservas es una consecuencia de la intensificación de la actividad exploratoria del subsuelo; este mejor conocimiento de los recursos está revelando yacimientos ignorados, que aumentan el fondo disponible de modo continuado y creciente, a tasas aún mayores que las del consumo. La señalación de una cifra estimativa de recursos deberá ser fechada, pues su validez, a los pocos años corridos se desvanece.

En el Cuadro 11 se señalan algunos índices de la actividad petrolera en América Latina, correspondientes a un año reciente.

CUADRO 11  
ACTIVIDAD PETROLERA EN AMERICA LATINA  
EN 1962 (14)

	Actividad Geofísica (cuadrillas/mes)	Total Pozos perforados	Pozos exploratorios terminados
Antillas	5	236	17
Argentina	411	1.022	111
Bolivia	24	53	13
Brasil	191	179	76
Centroamérica	-	-	-
Colombia	77	107	54
Cuba	-	-	5
Chile	81	95	14
Ecuador	-	30	1
Guayana	-	-	-
México	250	554	60
Paraguay	-	-	-
Perú	20	146	25
Uruguay	-	-	-
Venezuela	3	496	54

2.6. Las aguas superficiales que escurren sobre el territorio y que se emplean para el riego, los usos domésticos e industrial, la navegación y la generación eléctrica, satisfacen necesidades diversas y siempre crecientes; su disponibilidad limitada, la variabilidad de su régimen y la influencia que ellas tienen sobre la flora y el clima impone la necesidad de distribuir sus usos de modo complementario, regular su régimen de aprovechamiento y mejorar la eficiencia de su empleo. Una distribución equitativa de sus variados beneficios y un óptimo empleo de sus recursos, exigen investigar las características hidrológicas y topográficas de las distintas cuencas del territorio. En particular, el aprovechamiento de la fuerza motriz hidráulica para fines de generar electricidad requiere conocer la distribución geográfica y el régimen de variación estacional de los caudales, así como la configuración y geología del terreno que

hará posible crear embalses de regulación y caídas artificiales. Los antecedentes hidrométricos se obtienen a través de observaciones continuadas durante períodos de 20 a 30 años, que permitan apreciar la frecuencia de los caudales; los antecedentes topográficos y geológicos pueden obtenerse en plazo breve, aunque exigen también personal y equipo técnico especializado; para planificar los aprovechamientos múltiples del agua se requieren equipos de estudio con responsabilidades y métodos de trabajo más amplios. Estas consideraciones sugieren la necesidad de una prospección previasora de los recursos.

La deficiencia de datos hidrológicos y topográficos, así como la carencia de criterios uniformes de evaluación, han contribuido a dispersar las apreciaciones sobre los recursos del agua como agente motor. Por otra parte, la evolución de la técnica y métodos de construcción y el perfeccionamiento de los estudios y registros han elevado, al correr de los años, la cuantía de estos recursos; así, por ejemplo, en países que explotan desde hace ya muchos años sus recursos hidroeléctricos y que han orientado hacia esa explotación valiosos aportes técnicos y financieros, se constatan rectificaciones constantes de las evaluaciones de sus potenciales: Suiza estimó sus potenciales explotables en 15,20 y 27 Twh, calculados respectivamente en 1914, 1934 y 1946; Suecia los estimó en 40, 30 y 80 Twh en los años 1938, 1952 y 1955.

Las estimaciones de potenciales hidroeléctricos hechas en cada uno de los países latinoamericanos y recogidas por la CEPAL se refieren, en general, a la potencia económica que se proyecta instalar en sitios conocidos y le han merecido a esta institución algunos reparos: no todos los países han investigado o informado acerca de sus potenciales; a menudo los criterios de evaluación carecen de uniformidad y sus antecedentes de cálculo no están explícitos; a veces los datos se limitan a unas pocas cuencas o a las regiones mejor conocidas; sólo un grupo reducido de países ha realizado estudios generales y mantiene observaciones hidrológicas numerosas y regulares. Debe atribuírseles un valor tentativo y suponerse que dominan en ellas los errores por defecto.

La valoración de los recursos hidroeléctricos latinoamericanos requiere ante todo el perfeccionamiento de las observaciones hidrométricas: la instalación de pluviómetros, fluviómetros y evaporímetros en número suficiente y la observación de los registros durante plazos prolongados es un antecedente indispensable a ese objeto; datos hidrológicos inadecuados e insuficientes dejan ociosos recursos valiosos o pueden originar dimensionamientos erróneos en las obras hidráulicas; ha habido catástrofes por rupturas de embalses, en que las crecidas fueron subestimadas; otras veces se han derrochado inversiones en obras que se aprovechan sólo parte del tiempo, al sobreestimarse la seguridad hidrológica de los caudales.

Varios factores influyen en la densidad mínima recomendable de las estaciones hidrométricas a repartir en un territorio: la irregularidad de la distribución superficial de las precipitaciones, la configuración de las hoyas hidrográficas y su relieve, y el objetivo a que se destinan las observaciones.

La correlación entre los fenómenos hidrométricos permite espaciar los puestos de observación, formando redes de estaciones secundarias en torno a estaciones básicas más completas y más costosas, aumentando la densidad en las

singularidades orográficas, en las zonas de cambio de clima, en las circunscripciones que tienen micro-climas singulares, disminuyéndola en las grandes planicies de climas parejos.

Zonas bien controladas tienen pluviómetros a razón de 1 por 100 km<sup>2</sup>, donde es requerida una observación muy densa, y varían hasta la razón de 1 por 1.000 km<sup>2</sup> en regiones de precipitaciones escasas o muy regularmente distribuidas. El control de los cursos de agua se realiza adecuadamente instalando fluviómetros en las uniones de los tributarios importantes.

En países que llevan buenos registros, los fluviómetros se distribuyen a razón de 1 por 1.000 km<sup>2</sup> en las partes húmedas, variando hasta 1 por 6.000 km<sup>2</sup> en las partes áridas.

Los evaporímetros se distribuyen, en la extensión del territorio, en relación a los controles pluviométricos y especialmente donde hay embalses naturales.

El Cuadro 12 ilustra la distribución de estaciones hidrométricas en Latinoamérica y pone de manifiesto su insuficiencia en la mayor parte de los países.

#### CUADRO 12

DENSIDAD MEDIA DE LAS ESTACIONES HIDROMÉTRICAS EN SERVICIO (1959)  
(Superficie media en Km<sup>2</sup> por estación) (15)

	<u>Pluviómetros</u>	<u>Fluviómetros</u>	<u>Evaporímetros</u>
Antillas	248 (o)	1.961 (o)	13.900 (o)
Argentina	769	5.174	25.254
Bolivia	5.493	16.397	1.098.581
Brasil	3.304	6.615	...
Centroamérica	851	3.088	12.615
Colombia	2.232	5.778	142.225
Cuba	188	4.405	...
Chile	479	2.853	39.000
Ecuador	86	14.623	...
Guayanas	2.380 (o)	...	...
México	2.035	2.041	3.680
Paraguay	...	...	...
Perú	127	14.300	36.714
Uruguay	547	...	...
Venezuela	1.016	3.678	21.209

(o) estimado en base a información parcial

(...) no hay información disponible.

Los caudales en los cursos de agua son eminentemente variables: pueden variar mucho de año a año, de estación a estación, de hora a hora; el conocimiento de estas variaciones y, en particular, de sus valores de estiajes y crecidas es indispensable para darle seguridad de suministro a las instalaciones que aprovechan la fuerza motriz del agua y para calcular el funcionamiento y estabilidad de las instalaciones destinadas a evacuar y regular los caudales excedentes. Por esta razón, interesa la reiteración de las medidas en una misma sección o el registro continuado a lo largo del tiempo, durante periodos prolongados que caractericen bien este régimen de variación y midan la probabilidad de ocurrencia de los caudales variables, en base a observaciones numerosas. Las estaciones hidrométricas, entonces, deben valorarse por la antigüedad de su uso. Para caracterizar estos dos factores, a saber, la densidad de las estaciones de observación y la duración de los registros, se ha definido un "Índice de cobertura de la observación hidrométrica" como el producto del número de estaciones por cada 10.000 km<sup>2</sup> de territorio y la edad promedio en años de los registros correspondientes.

En el Cuadro 13 se presentan estos índices por países. Los países con mejor información hidrométrica general son: Argentina, México y Chile. Otros países con información mejor que la media son Venezuela, Brasil, Cuba y Centroamérica. Una comparación con países de otras áreas, a través de los índices de cobertura, muestra que los de América Latina, en su conjunto, tienen un conocimiento inferior que el de otros de nivel de desarrollo similar (datos disponibles de países asiáticos muestran coeficientes de cobertura hasta cinco veces más altos).

En los Mapas 1 y 2 se representan los coeficientes de cobertura pluviométricas y fluviométricas de América Latina (15).

### CUADRO 13

#### INDICES DE COBERTURA HIDROMETRICA EN AMERICA LATINA 1959 (15)

	<u>Pluviométrica</u>	<u>Hidrométrica</u>
Antillas	...	...
Argentina	313	45
Bolivia	38	5
Brasil	80	27
Centroamérica	195	17
Colombia	59	12
Cuba	394	14 (o)
Chile	124	45
Ecuador	25	2
Guayanas	...	...
México	299	97
Paraguay	...	...
Perú	10	11
Uruguay	595 (o)	22
Venezuela	122	16

(o) estimado en base a información parcial  
 (...) no hay información disponible.

2.7. Finalmente, debe tenerse presente que las reservas sólo tienen valor en la medida en que sean efectivamente aprovechables; las técnicas extractivas y las instalaciones destinadas a su aprovechamiento permiten una recuperación o utilización parcial de ellas: los espesores de los mantos carboníferos, las presiones de los yacimientos petroleros, la configuración topográfica de las cuencas fluviales permiten la utilización de sólo una parte de la disponibilidad bruta existente. La posibilidad técnica de aprovechamiento está además condicionada económicamente, pues las técnicas posibles sólo se aplican si sus costos resultan convenientes: a su vez la estimación de los aprovechamientos económicos, no sólo depende de las técnicas, sino también de los precios del producto, y pueden variar con variaciones de la demanda, de las existencias internas del país y del comercio exterior de combustibles.

Las técnicas que posibilitan un aprovechamiento económico de las reservas cambian al ritmo de la evolución tecnológica: yacimientos que otrora se consideraban antieconómicos, a causa de un perfeccionamiento de las técnicas extractivas, se consideran hoy día dignos de ser explotados; la evolución futura de la tecnología puede, en consecuencia, dar acceso a una explotación económica de recursos cada vez mayores. Esta misma evolución influye también en la rapidez, eficiencia y costo de la prospección de los recursos, por lo que puede esperarse un mejor conocimiento futuro del subsuelo y nuevos descubrimientos de recursos naturales. Lo que se lleva dicho, acerca de la influencia de las técnicas y de los precios en la valoración de los recursos, se manifiesta de modo dispar entre los diversos recursos primarios; tal evolución desemejante tiene influencia en la distribución del consumo de estos recursos y tiende a manifestarse en la sustitución de unos por otros, como ya han sido analizados.

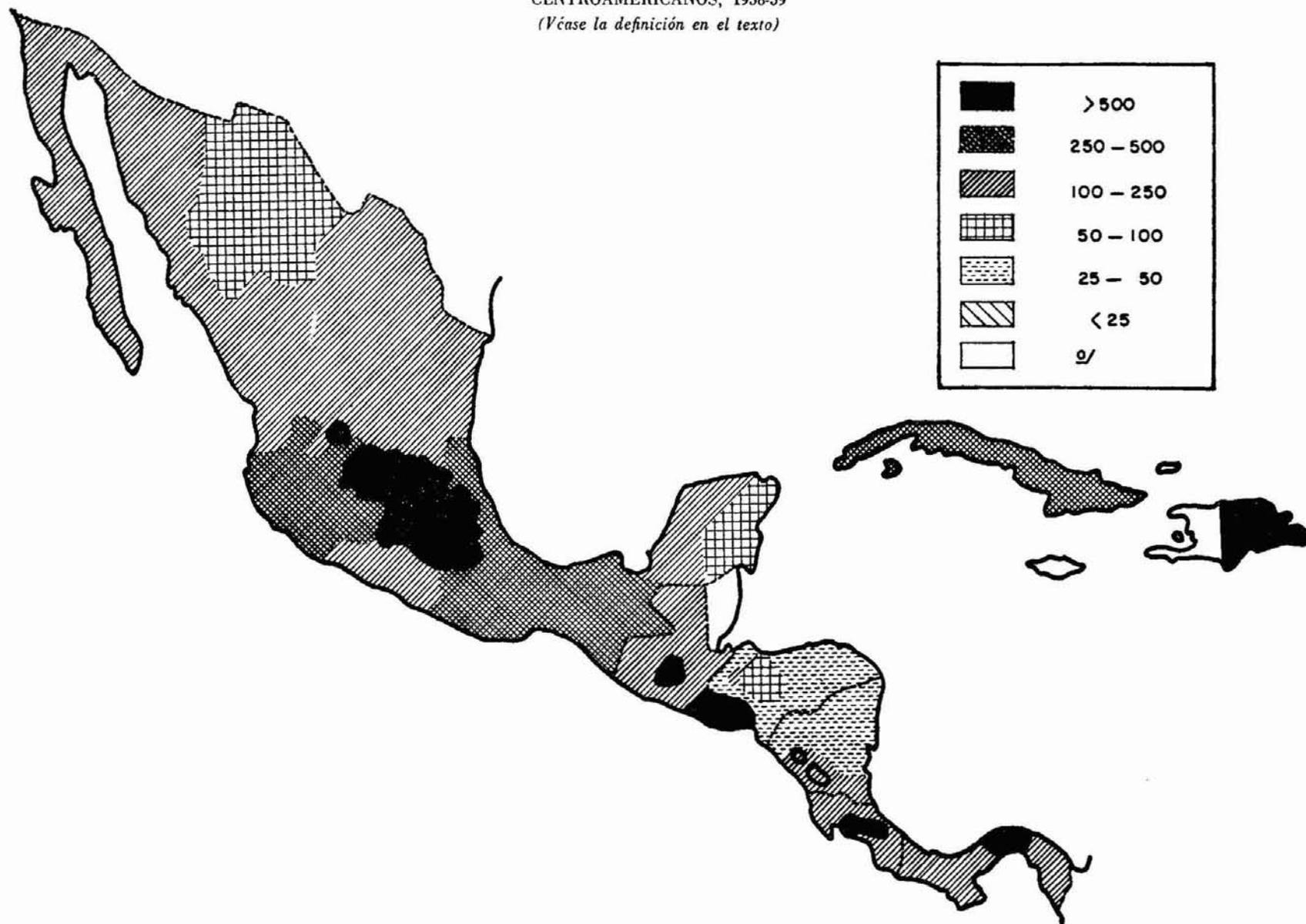
El emplazamiento geográfico de los recursos naturales, en relación a los centros de consumo condiciona mucho su descubrimiento y explotación; las zonas más exploradas son de ordinario las más próximas a las áreas más densamente pobladas y la accesibilidad de los recursos facilita su debido conocimiento y valoración y la fácil afluencia de los medios de producción necesarios a su explotación; la vecindad de puertos marítimos o fluviales y la proximidad de áreas concentradas de consumo simplifica el transporte de combustibles y electricidad y posibilita el comercio exterior de carbón y petróleo. Por eso la valoración económica de los recursos queda también supeditada a su localización y accesibilidad dentro del territorio.

2.8. Conocidas las reservas de cada uno de los recursos primarios, queda todavía el problema de asignarle significado a la cifra que mide esas cantidades. A este respecto, pueden definirse diversos criterios que tienden a hacer homogéneas las comparaciones entre países o regiones.

Desde luego, las cantidades absolutas de recursos energéticos constituyen un primer dato: la disponibilidad de grandes cantidades de reservas (aún en países extensos y populosos y de niveles de consumo elevados) Confiere una mayor holgura en su explotación, posibilita economías de escala y, a través de compresiones o sustituciones del consumo por habitante, porcentualmente pequeñas, puede dejar un mayor saldo exportable de combustibles, en términos absolutos; a esto podría agregarse que, en general, tales regiones más probablemente encubren yacimientos no revelados. En este sentido, la valoración de las cantidades absolutas hace relevantes aspectos valiosos de las existencias.

VALORES REGIONALES APROXIMADOS DEL COEFICIENTE DE COBERTURA PLUVIOMETRICO EN LOS PAISES  
CENTROAMERICANOS, 1958-59

(Véase la definición en el texto)

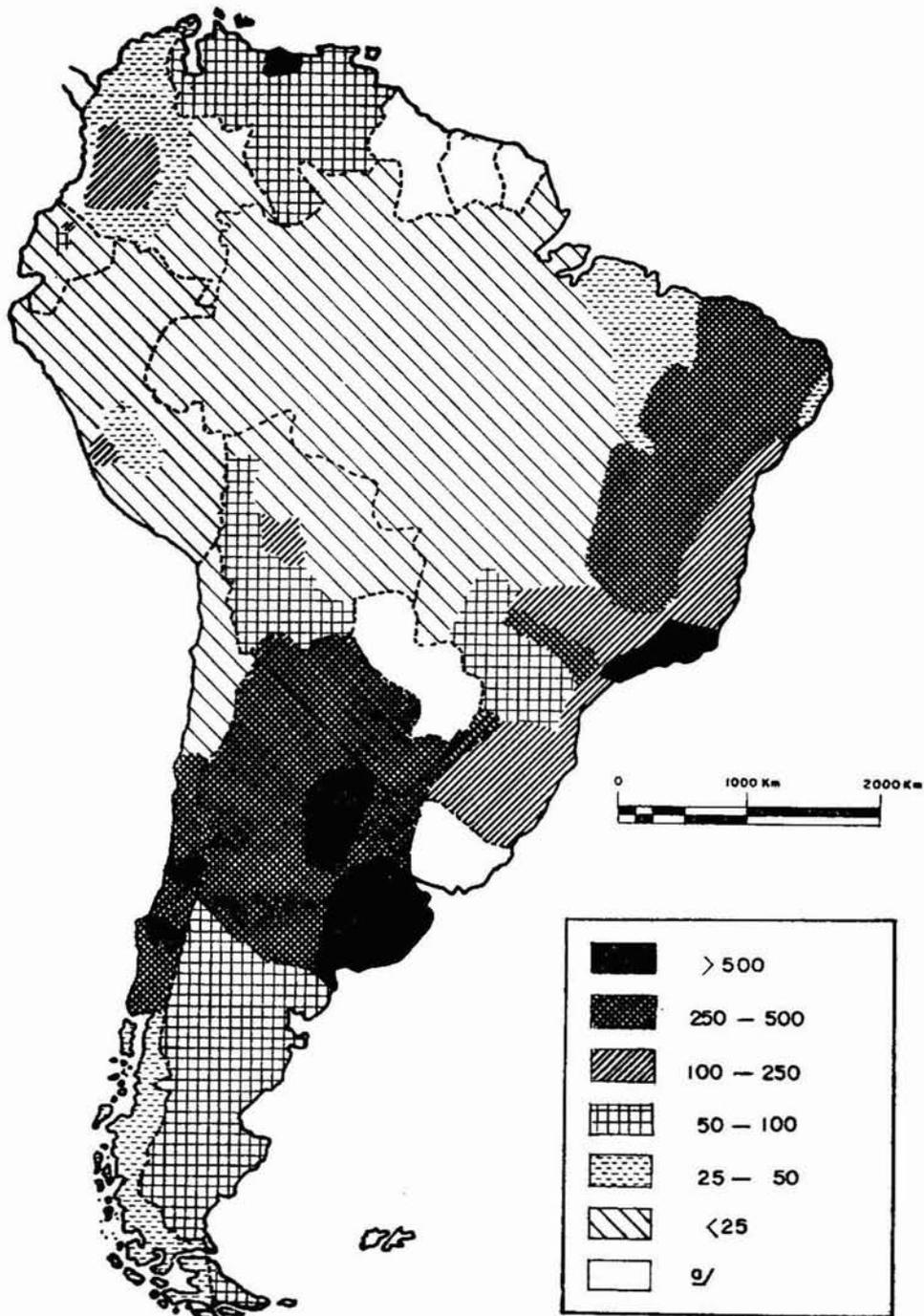


▪ Sin información.

NOTA: Las fronteras señaladas en este mapa no implican que las Naciones Unidas las acepten o apoyen oficialmente.

MAPA I-b

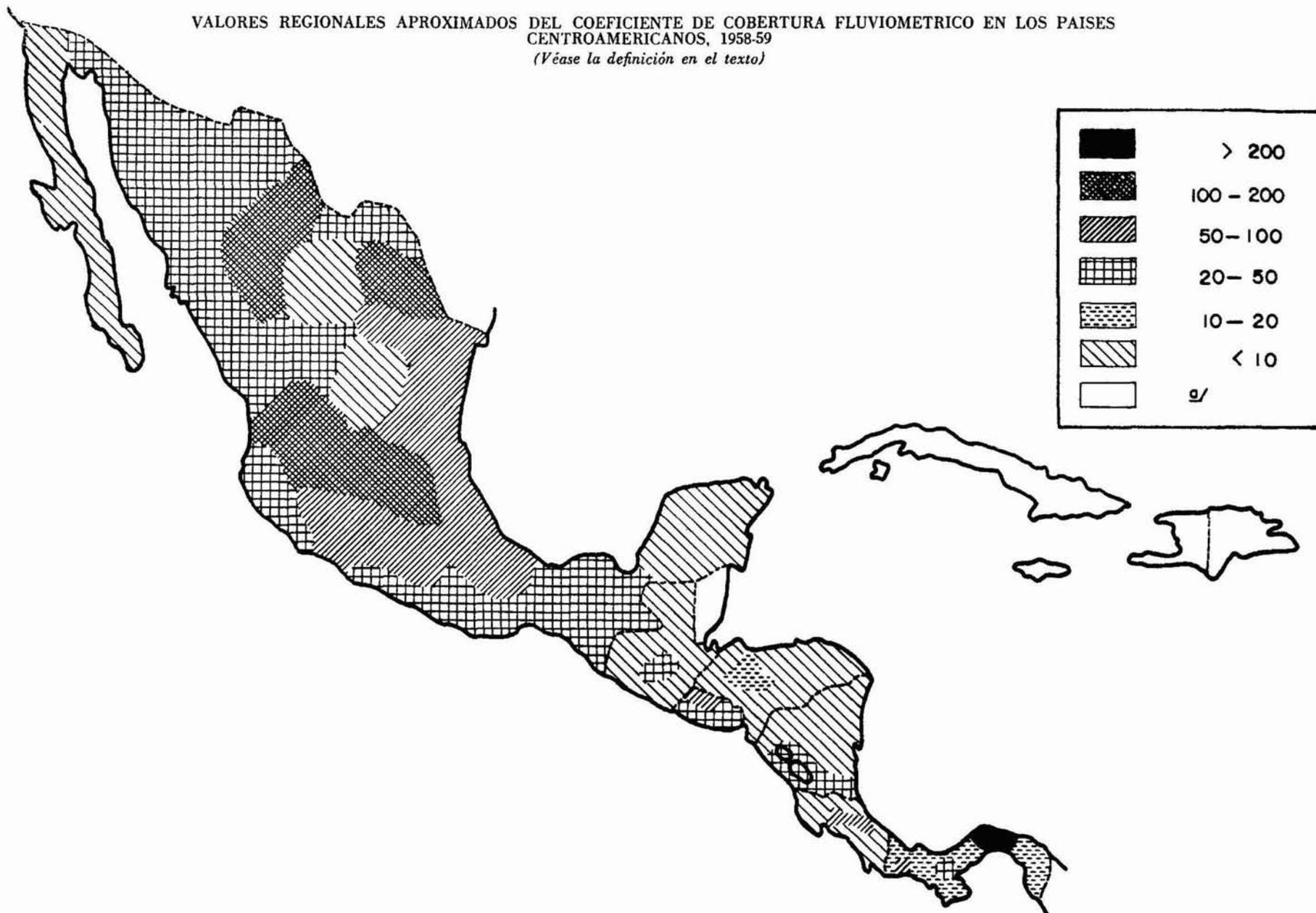
VALORES REGIONALES APROXIMADOS DEL COEFICIENTE DE COBERTURA  
PLUVIOMETRICO EN LOS PAISES SUDAMERICANOS, 1958-59  
(Véase la definición en el texto)



\* Sin información.

NOTA: Las fronteras señaladas en este mapa no implican que las Naciones Unidas las acepten o las apoyen oficialmente.

VALORES REGIONALES APROXIMADOS DEL COEFICIENTE DE COBERTURA FLUVIOMETRICO EN LOS PAISES  
CENTROAMERICANOS, 1958-59  
(Véase la definición en el texto)



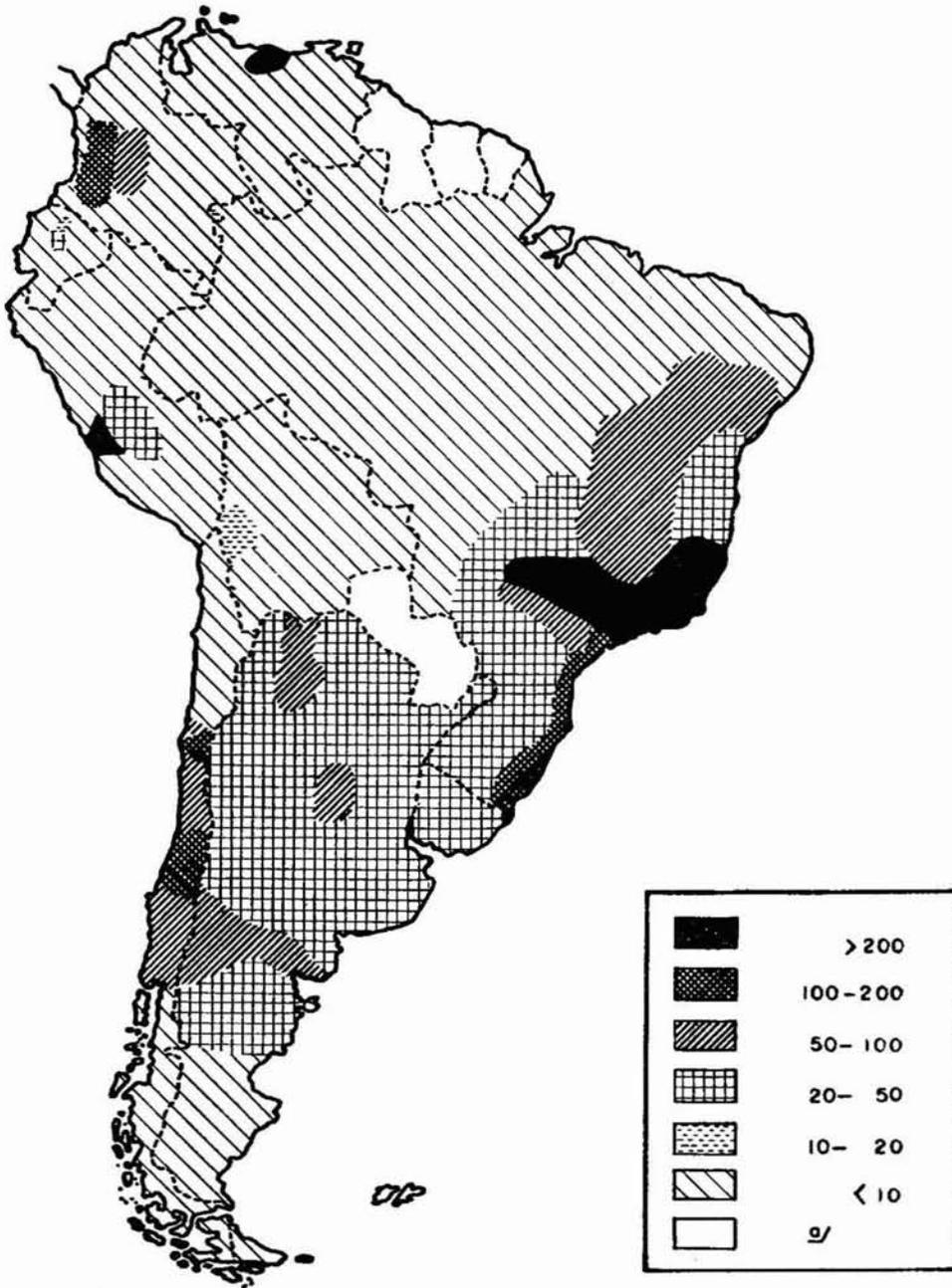
MAPA 2-0

\* Sin información.

NOTA: Las fronteras señaladas en este mapa no implican que las Naciones Unidas las acepten o apoyen oficialmente.

VALORES REGIONALES APROXIMADOS DEL COEFICIENTE DE COBERTURA  
FLUVIOMETRICO EN LOS PAISES SUDAMERICANOS

(Véase la definición en el texto)



\* Sin información.

NOTA: Las fronteras señaladas en este mapa no implican que las Naciones Unidas las acepten o las apoyen oficialmente.

Si se refieren las reservas a la extensión territorial de la región, se obtiene la densidad media del territorio y se caracterizan sus atributos geográficos relevantes: la disponibilidad de reservas por unidad de superficie territorial caracteriza mejor a la región, abstrayendo de su delimitación política y de la comunidad social que la ocupa. Países de elevada densidad en recursos (aunque sean pequeños, densamente poblados y fuertes consumidores del recurso) disfrutan de ciertas ventajas: facilidad para la exploración de los recursos y para el transporte de los productos; puede afirmarse, entonces, que dicha densidad hace revelantes otros aspectos valiosos de las reservas.

Si, por el contrario, se refieren las reservas a la población del territorio se obtiene la disponibilidad media por habitante de los recursos: la disponibilidad de elevados recursos por habitante (aún en comunidades poco densamente pobladas y fuertes consumidoras) confiere una mayor holgura en la explotación de los recursos, pues se hacen posibles ciertas variaciones en la cuantía y tipo de los consumos: las existencias por habitante son también significativas desde un nuevo punto de vista.

Finalmente, al referir las reservas a los consumos, o mejor aún, al medir las por los plazos de agotamiento o los plazos en alcanzar sus máximas capacidades potenciales, se aprecian las ventajas del recurso en las condiciones de empleo vigentes. Un mayor plazo de agotamiento de las reservas agotables o un mayor plazo en alcanzar la máxima capacidad potencial de las reservas renovables indica que se postponen las sustituciones del consumo o de las cuotas incrementales del consumo, y consecuentemente, las inversiones o medios de pagos sobre el exterior que estas sustituciones exigirán. El plazo de duración de las reservas hace revelante el aspecto más significativo en la evaluación.

La ponderación de las reservas debe también tener presente, sobre todo en zonas de cierto dinamismo demográfico o económico -y haciendo abstracción de la evolución tecnológica- las eventuales variaciones históricas de las tasas de crecimiento de la población, del ingreso y del grado de energización de la vida económica (empleo de energía por unidad de producto). En este sentido, sociedades de baja densidad de población o de bajo nivel de consumo pueden perder ventajas en el goce de sus recursos por una intensificación de su crecimiento.

La capacidad para importar recursos energéticos (sobre todo combustibles) le da a la apreciación de las reservas de energía un nuevo alcance: sociedades favorecidas en el comercio exterior pueden enfrentar de mejor manera una pobreza de recursos energéticos; aceptaremos sin embargo, que la antarquía en lo referente a combustibles es valiosa, sobre todo en países como los latinoamericanos que tienen desequilibrios crónicos de balanza de pagos; admitiremos también que el comercio exterior de la electricidad, dada la extensión geográfica del continente y el grado incipiente de la interconexión de sistemas eléctricos, es difícil o remota en América Latina. La existencia de ciertos otros recursos naturales (sobre todo recursos mineros metálicos, que exigen procesos de reducción, fusión o electrólisis para refinarlos) abre una nueva perspectiva a la valoración de los recursos de la energía.

### 3. LOS CONSUMOS DE ENERGÍA EN AMÉRICA LATINA

3.1 Admitida una posibilidad común de extracción y uso de la energía, la apreciación de los recursos disponibles en una determinada región sólo puede concebirse en términos relativos, comparándola con las disponibilidades de otras regiones y refiriéndola a sus características geográficas, demográficas y económicas. Cuando semejante apreciación se refiere a grandes áreas, conviene que los territorios que se comparen constituyan unidades naturales, relativamente homogéneas, internamente ligadas, de tamaños comparables y en etapas de desarrollo parecidas. Surge entonces la necesidad de agrupar territorios que permitan esas comparaciones, informándose en criterios de regionalización que consideren los aspectos relevantes del problema; estos criterios no sólo son geográficos y económicos, inevitablemente son también -por consideración a la disponibilidad de información- políticos; un compromiso entre los tres aspectos del problema condujo al fraccionamiento de la superficie terragrea en seis regiones, como se ilustra en el Cuadro 14.

Las regiones así señaladas presentan, sin embargo disparidades internas: subregiones más o menos densamente pobladas, diversidades de los niveles de ingreso por habitante en las distintas partes de una misma región, desigual distribución de los recursos naturales o de su empleo, diferencias en la prospección de los recursos y en el registro de los consumos. Esta circunstancia restringe la significación de las cifras globales y medias de las grandes áreas, pues ellas encubren disparidades zonales de importancia variable.

El análisis de los recursos latinoamericanos no sólo exige su comparación con los de las restantes cinco regiones en que se ha fraccionado la superficie total de la tierra: para la mejor caracterización de ellos, se hace indispensable definir las disparidades internas a la región. El fraccionamiento del continente latinoamericano en quince regiones, como se ilustra en el Cuadro 14, sólo puede hacerse según criterios políticos: toda la información disponible corresponde al territorio nacional de los diversos países, sin hacer descomposiciones ulteriores, según las regiones naturales de cada país; en consecuencia, las apreciaciones de los recursos que a continuación se formulan caracterizarán a simples unidades políticas nacionales (salvo en el caso de tres regiones que agrupan pequeñas naciones: Antillas -excluida Cuba-, Centroamérica y Guayanas).

Este fraccionamiento, si bien se mira, deja unidades muy dispares en extensión territorial, densidad de población, nivel de desarrollo económico y nivel de consumo de energía. Por otra parte, dentro de cada nación, y en especial en las más extensas, se pueden distinguir regiones naturales diferentes desde el punto de vista geológico e hidrográfico, con recursos de combustibles minerales y de fuerza motriz hidráulica muy dispares, muy desigualmente explorados y más o menos distantes de los centros de consumo de energía.

3.2. Las principales características geográficas y demográficas que indica el Cuadro 14 revelan disparidades muy grandes entre las diversas regiones del mundo. El fraccionamiento del área global en seis regiones deja conjuntos disímiles, que podrían clasificarse en:

- a) Regiones muy extensamente y densamente pobladas: Resto del mundo;
- b) Regiones extensas:
  - b.1.) Medianamente pobladas; Europa Oriental y URSS;
  - b.2.) Débilmente pobladas; América Latina y otros países desarrollados;
- c) Regiones de extensión y densidad mediana: Estados Unidos de Norteamérica
- d) Regiones de pequeña extensión y muy densamente pobladas: Europa Occidental.

América Latina constituye el 15% de las superficies terrestres del globo, más o menos cinco veces el área de Europa Occidental y el doble del área de Estados Unidos de Norteamérica; su población, en cambio, es semejante a la de esta última región; su densidad es poco menos de la mitad del promedio mundial y no más de un octavo del promedio europeo occidental.

Los consumos de energía de las diversas regiones están condicionados por el nivel de desarrollo económico, la disponibilidad de recursos naturales, las características geográficas y climáticas del territorio y la estructura de la producción. En el Cuadro 15a se caracteriza la distribución regional del consumo bruto anual de energía en América Latina y en el Mundo, distribuido según las fuentes primarias proveedoras, que se valoran según su equivalente calórico.

Aunque, en general, los niveles de consumo total de energía de una comunidad son proporcionales (o cuasi proporcionales) a la producción de bienes y servicios que ella crea, la incidencia de los diversos factores condicionantes mencionados exige mayores o menores cantidades de energía para crear dicho producto; la cantidad de energía total equivalente consumida para crear la unidad de producto puede medir este mayor o menor "grado de energetización" de la economía; en este sentido, se valorarán los consumos, en relación al producto o al ingreso nacional, medido en unidades comunes. Es útil, pues, relacionar los niveles de consumo, que aparecen en el Cuadro 15a, con los niveles de ingreso y con la población, que aparecen en el Cuadro 14: en el Cuadro 15b se precisan los consumos por habitante y en el Cuadro 15a los consumos por unidad de producto.

Estas dos características, ingreso de la región y consumo por unidad de ingreso, se presentan también con bastante dispersión al considerar las diversas regiones. Por consideración a ellas el fraccionamiento en seis regiones del mundo resulta dispar, e informa una ordenación como la siguiente:

- a) Regiones de ingreso muy elevado y de consumo de energía elevado: Estados Unidos de Norteamérica;
- b) Regiones de ingreso elevado y de consumo de energía elevado: Europa Oriental y URSS, Europa Occidental y otros países desarrollados.
- c) Regiones de ingreso medio y de consumo de energía bajo: América Latina;



- d) Regiones de ingreso bajo y de consumo bajo:  
Resto del mundo.

El ingreso por habitante de América Latina es poco más del 70% del ingreso medio mundial, mientras la populosa región que hemos llamado Resto del Mundo tiene un ingreso medio vecino al 30% del nivel medio mundial; las regiones desarrolladas (Europa Occidental y Oriental, URSS y Otros) tienen niveles de ingresos medios comprendidos entre  $1/3$  y  $1/2$  el nivel de Estados Unidos de Norteamérica, en tanto que América Latina tiene un ingreso medio aproximadamente  $1/7$  de este último.

El consumo de energía comercial (usos de leña excluidos) en América Latina ha sido (en 1962) de 1,65 Kgs. de equivalente carbón por cada U.S. dólar de producto, mientras la cifra media correspondiente al Mundo Entero ha sido 2,48; por otra parte, el consumo de electricidad en América Latina ha sido de 0,86 Kwh por cada U.S. dólar de producto, siendo el promedio mundial 1,45; sólo las cifras correspondientes a las regiones subdesarrolladas se asemejan a estos índices; los países desarrollados han consumido entre 2,2 y 3,0 Kgec por U.S. dólar de producto y entre 1,5 y 2,5 Kwh por U.S. dólar de producto.

3.3. Las características medias correspondientes a estas grandes regiones encubren pronunciadas diferencias según los países que agrupan. Así, América Latina presenta regiones muy diversas en extensión, población ingreso y consumo de energía. Desde el punto de vista geográfico y demográfico, las quince zonas en que ha sido fraccionado el continente, podrían caracterizarse esquemáticamente del siguiente modo, al comparar las cifras correspondientes a los distintos países latinoamericanos, según lo describe el Cuadro 14:

- a) Países muy extensos y moderadamente densos: Brasil;
- b) Países extensos y moderadamente densos: Argentina y México;
- c) Países de extensión mediana:
  - c.1.) Moderadamente densos: Centroamérica, Colombia, Chile, Perú y Venezuela;
  - c.2.) Débilmente densos: Bolivia;
- d) Países pequeños:
  - d.1.) Muy densamente poblados: Antillas y Cuba;
  - d.2.) Moderadamente densos: Ecuador y Uruguay;
  - d.3.) Débilmente densos: Guayanas y Paraguay.

La densidad de población media de 10 Hab/km<sup>2</sup> abstrae de una distribución muy desuniforme de la población: países como Bolivia, Guayanas y Paraguay tienen densidades medias comprendidas entre  $1/5$  y  $1/2$  del promedio regional; los países de las Antillas y Cuba tienen densidades medias 6 a 10 veces el promedio de América Latina. Estas diferencias de densidad le dan un alcance distinto al aprovechamiento de recursos que se distribuyen en la extensión del territorio.

CUADRO 14PRINCIPALES CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS, DEMOGRAFICAS  
Y ECONOMICAS DE AMERICA LATINA 1962 (16)

	Superficie miles km <sup>2</sup>	Población millones habitante	Densidad de pobla- cion. hab/km <sup>2</sup>	Ingreso Nacional 10 <sup>9</sup> U S dólares	Ingreso por habi- tante. U S dól/hab.
1. Antillas	113	11,95	105,3	3,43	294
2. Argentina	2.778	21,41	7,7	16,84	799
3. Bolivia	1.009	3,55	3,5	0,43	122
4. Brasil	8.514	74,10	8,7	27,38	375
5. Centroamérica	540	12,85	23,8	3,52	283
6. Colombia	1.138	14,77	14,6	5,39	373
7. Cuba	115	7,11	61,8	3,58	516
8. Chile	742	8,03	10,8	3,55	453
9. Ecuador	263	4,58	17,4	0,99	223
10. Guayanas	449	0,94	2,1	0,20	256
11. México	1.969	37,23	18,9	14,99	415
12. Paraguay	408	1,82	4,4	0,35	193
13. Perú	1.285	10,90	8,5	2,78	269
14. Uruguay	187	2,91	15,5	1,56	561
15. Venezuela	912	7,87	8,6	4,89	645
16. América Latina	20.512	220	10,7	90	421
17. Estados Unidos de Norteamérica	9.372	189	20,2	519	2.790
18. Europa Occidental	3.682	314	85,3	399	1.276
19. Europa Oriental y URSS	23.675	340	14,4	333	994
20. Otros países desarro- llados	19.542	143	7,3	125	886
21. Resto del Mundo	58.479	1.929	33,0	315	168
22. Mundo	135.262	3.135	23,2	1.781	585

## CUADRO 15a

CONSUMOS BRUTOS DE ENERGIA EN AMERICA LATINA 1962  
(en M.ec) (17)

	Combustibles			Hidro- electri- cidad	Total energía comercial	Leña
	Sólidos	Líquidos	Gaseosos			
1. Antillas	0,00	6,45	1,13	0,02	7,60	2,46
2. Argentina	0,85	20,68	3,92	0,14	25,59	2,45
3. Bolivia	0,00	0,50	0,00	0,05	0,55	1,06
4. Brasil	3,37	20,99	0,68	2,65	27,69	22,50
5. Centroamérica	0,00	2,75	0,00	0,14	2,89	3,97
6. Colombia	3,00	4,68	0,49	0,35	8,52	5,49
7. Cuba	0,05	6,46	0,00	0,00	8,51	0,38
8. Chile	1,79	4,16	1,40	0,42	7,77	0,85
9. Ecuador	0,00	0,74	0,00	0,03	0,77	0,51
10. Guayanas	0,00	0,64	0,00	0,00	0,64	0,03
11. México	1,16	21,90	10,34	0,74	34,14	0,42
12. Paraguay	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17	0,33
13. Perú	0,17	3,97	0,10	0,26	4,50	1,03
14. Uruguay	0,05	2,10	0,00	0,09	2,24	0,26
15. Venezuela	0,14	15,82	6,91	0,08	22,95	1,16
16. América Latina	11	112	25	5	153	43
17. Estados Unidos de Norteamérica	363	627	534	21	1.545	10
18. Europa Occidental	526	320	21	29	896	18
19. Europa Oriental y URSS	683	216	117	11	1.027	30
20. Otros Países desa- rrollados	153	137	25	22	337	7
21. Resto del Mundo	479	100	10	7	596	76
22. Mundo	2.215	1.512	732	95	4.554	184

El tamaño de las naciones es muy dispar: Brasil tiene una extensión semejante a los Estados Unidos de Norteamérica y más de dos veces la extensión de Europa Occidental. Los países extensos como Argentina o México tienen una superficie unas siete veces la de los países pequeños como Paraguay o Ecuador; el área de Cuba cabe más de setenta veces en la de Brasil. Se está comparando, entonces unidades geográficas muy diferentes.

3.4. Analizadas estas disparidades desde el punto de vista del ingreso y del consumo de energía por unidad de producto, se observan iguales diferencias; a este respecto, los países latinoamericanos se pueden clasificar del siguiente modo:

- a) Países de ingreso relativamente alto:
  - a.1.) de consumo de energía por unidad de producto muy elevado:  
Venezuela;
  - a.2.) de consumo de energía elevado:  
Chile;
  - a.3.) de consumo de energía moderado:  
Argentina, Cuba y Uruguay.
- b) Países de ingreso medio:
  - b.1.) de consumo de energía elevado:  
Antillas, Guayanas y México;
  - b.2.) de consumo medio:  
Brasil, Colombia y Perú;
  - b.3.) de consumo bajo:  
Centroamérica.
- c) Países de ingreso bajo:
  - c.1.) de consumo de energía moderado:  
Bolivia;
  - c.2.) de consumo bajo:  
Ecuador y Paraguay.

Las siguientes apreciaciones acerca del ingreso nacional medio por habitante son relativas al conjunto de la región: América Latina tenía en los años recientes (1961) un ingreso anual medio por habitante de 421 US dólares anuales; esta cifra tiene como puntos de referencia los valores extremos del ingreso del área subdesarrollada del mundo, con 168 US dólares promedio y al de los Estados Unidos de Norteamérica, con 2.790 US dólares.

## CUADRO 15b

## CONSUMOS BRUTOS DE ENERGIA POR HABITANTE EN AMERICA LATINA 1962 (17)

	Combustibles sólidos Kgec/hab.	Combustibles líquidos Kgep/hab.	Electri- cidad Kwh/hab.	Energía comercial Kgec/hab.	Energía total kgec/ hab.
1. Antillas	0	415	241	636	836
2. Argentina	40	730	551	1.195	1.308
3. Bolivia	0	108	121	155	453
4. Brasil	45	218	363	374	677
5. Centroamérica	0	165	162	225	533
6. Colombia	203	244	283	577	948
7. Cuba	7	696	380	916	971
8. Chile	223	398	646	968	1.072
9. Ecuador	0	125	103	168	278
10. Guayanas	0	524	277	681	713
11. México	31	452	351	917	928
12. Paraguay	0	72	55	93	274
13. Perú	16	280	289	413	506
14. Uruguay	17	555	450	770	863
15. Venezuela	18	1.546	743	2.916	3.060
16. América Latina	50	392	364	695	880
17. Estados Unidos de Norteamérica	1.921	2.551	5.016	8.175	8.230
18. Europa Occidental	1.675	783	2.070	2.854	2.920
19. Europa Oriental y URSS	2.009	488	1.515	3.021	3.110
20. Otros países desarro- llados.	1.070	737	2.224	2.357	2.490
21. Resto del Mundo	248	40	75	309	348
22. Mundo	707	371	847	1.453	1.510

CUADRO 15CONSUMOS BRUTOS DE ENERGIA POR UNIDAD DE PRODUCCION EN AMERICA  
LATINA 1962 (17)

	Combustibles sólidos Kgec/dólar	Combustibles líquidos kgep/dólar	Electricidad kwh/dólar	Energía Comercial kgec/ dólar
1. Antillas	0,00	1,41	0,82	2,16
2. Argentina	0,05	0,91	0,69	1,50
3. Bolivia	0,00	0,88	0,99	1,27
4. Brasil	0,12	0,58	0,97	1,00
5. Centroamérica	0,00	0,58	0,57	0,80
6. Colombia	0,54	0,65	0,76	1,55
7. Cuba	0,01	1,35	0,74	1,78
8. Chile	0,49	0,88	1,43	2,14
9. Ecuador	0,00	0,56	0,46	0,75
10. Guayanas	0,00	0,77	1,08	2,66
11. México	0,07	1,09	0,84	2,21
12. Paraguay	0,00	0,37	0,28	0,48
13. Perú	0,06	1,04	1,08	1,54
14. Uruguay	0,03	0,99	0,80	1,37
15. Venezuela	0,03	2,39	1,15	4,52
16. América Latina	0,12	0,93	0,86	1,65
17. Estados Unidos de Norteamérica	0,69	0,91	1,80	2,93
18. Europa Occidental	1,31	0,61	1,62	2,24
19. Europa Oriental y URSS	2,02	0,49	1,52	3,03
20. Otros países desarrollados	1,20	0,83	2,51	2,66
21. Resto del Mundo	1,48	0,24	0,45	1,84
22. Mundo	1,21	0,63	1,45	2,48

Este ingreso medio latinoamericano de 421 US dólares abstrae de diferencias nacionales muy pronunciadas, que van desde 799 US dólares, para el caso de Argentina, hasta 122 US dólares, para el caso de Bolivia, los niveles medios más elevados y más bajos de la región.

Los consumos de energía por unidad de producto son también muy dispares. En Venezuela la producción de un US dólar ha motivado el consumo de energía comercial calóricamente equivalente a 4,52 kgs. de carbón; en Chile la producción de un US dólar ha motivado un consumo de electricidad de 1,43 kwh. En cambio para producir un US dólar en Paraguay se ha consumido energía total (comercial) equivalente a 0,48 kgs. de carbón y electricidad total por 0,28 Kwh.

3.5. Las consideraciones que anteceden se refieren al empleo del equivalente total de energía (comercial) en relación a la producción; conviene complementar este análisis refiriéndolo a la disponibilidad de productos energéticos por habitante; mientras el primer enfoque ilustra mejor las aportaciones del empleo de energía a la productividad, el segundo dice relación, más bien, con sus contribuciones al bienestar. Por otra parte, la cifra única de "consumo total (equivalente) de energía por unidad de producto" tiende a minimizar la importancia de la producción eléctrica, que, debido a los buenos rendimientos de su uso, queda malamente representada en la cantidad bruta total equivalente; en este sentido, conviene usar dos indicadores al medir los niveles de consumo por habitante: el de la energía bruta total (excluida la leña) y el de la energía eléctrica bruta total. Además, estos dos indicadores se refieren, hablando en términos burdos, a dos aspectos esenciales y cualitativamente diferentes del consumo: sus significados pueden considerarse complementarios.

Una clasificación de los distintos países latinoamericanos desde este doble punto de vista conduciría a la siguiente ordenación jerárquica:

- a) Países de consumos relativamente altos:  
(Consumos de electricidad comprendidos entre 400 y 800 kwh/Hab/año; consumos de energía comercial total equivalente comprendidos entre 800 - 3.000 Kgec/Hab/año):  
Venezuela, Argentina, Chile, Cuba y Uruguay;
- b) Países con consumos de combustibles elevados y consumos eléctricos medianos:  
(Consumos de electricidad, alrededor de 350 Kwh/Hab/año; Consumos de energía total, alrededor de 900 Kgec/Hab/año):  
México;
- c) Países de consumos medianos:  
(Consumo de electricidad comprendidos entre 300 y 400 Kwh/Hab/año; Consumos de energía total comprendidos entre 400 y 700 Kgec/Hab/año):  
Colombia, Brasil y Perú;
- d) Países con consumos de combustibles medianos y consumos eléctricos bajos:

(Consumos de electricidad, alrededor de 250 kwh/Hab/año; Consumos de energía total, alrededor de 650 Kgec/Hab/año):

Guayanas y Antillas;

- e) Países de consumos relativamente bajos:

(Consumos de electricidad comprendidos entre 50 y 200 Kwh/Hab/año; Consumos de energía total comprendidos entre 100 y 250 Kgec/Hab/año):

Centroamérica, Ecuador, Bolivia y Paraguay.

3.6. La provisión interna de energía en América Latina y en el Mundo se representa en el Cuadro 16a: aparecen ahí los empleos anuales de las cuatro fuentes primarias de energía comercial y la producción bruta de electricidad.

En el Cuadro 16b se ilustran algunos aspectos significativos de la instalación productora de energía (capacidades de producción, factores de aprovechamiento de las instalaciones, importancia relativa de la generación hidroeléctrica, etc.). Prácticamente, no hay comercio exterior de electricidad (ni de combustibles vegetales); el cociente "producción/consumo bruto" refleja, entonces el comercio exterior de combustibles. La capacidad de abastecimiento interno de la energía, haciendo uso de los propios recursos naturales de la región o, si se quiere su "autarquía energética", tiene en todos los países importante incidencia sobre el balance de pagos, de mucho relieve económico, tratándose de los latinoamericanos. Las instalaciones eléctricas y petrolíferas se representan en los Mapas 3 y 4.

Si se clasifican los países latinoamericanos por consideración a las dependencias de los suministros exteriores, pueden agruparse, de un modo esquemático, en las siguientes cinco clases:

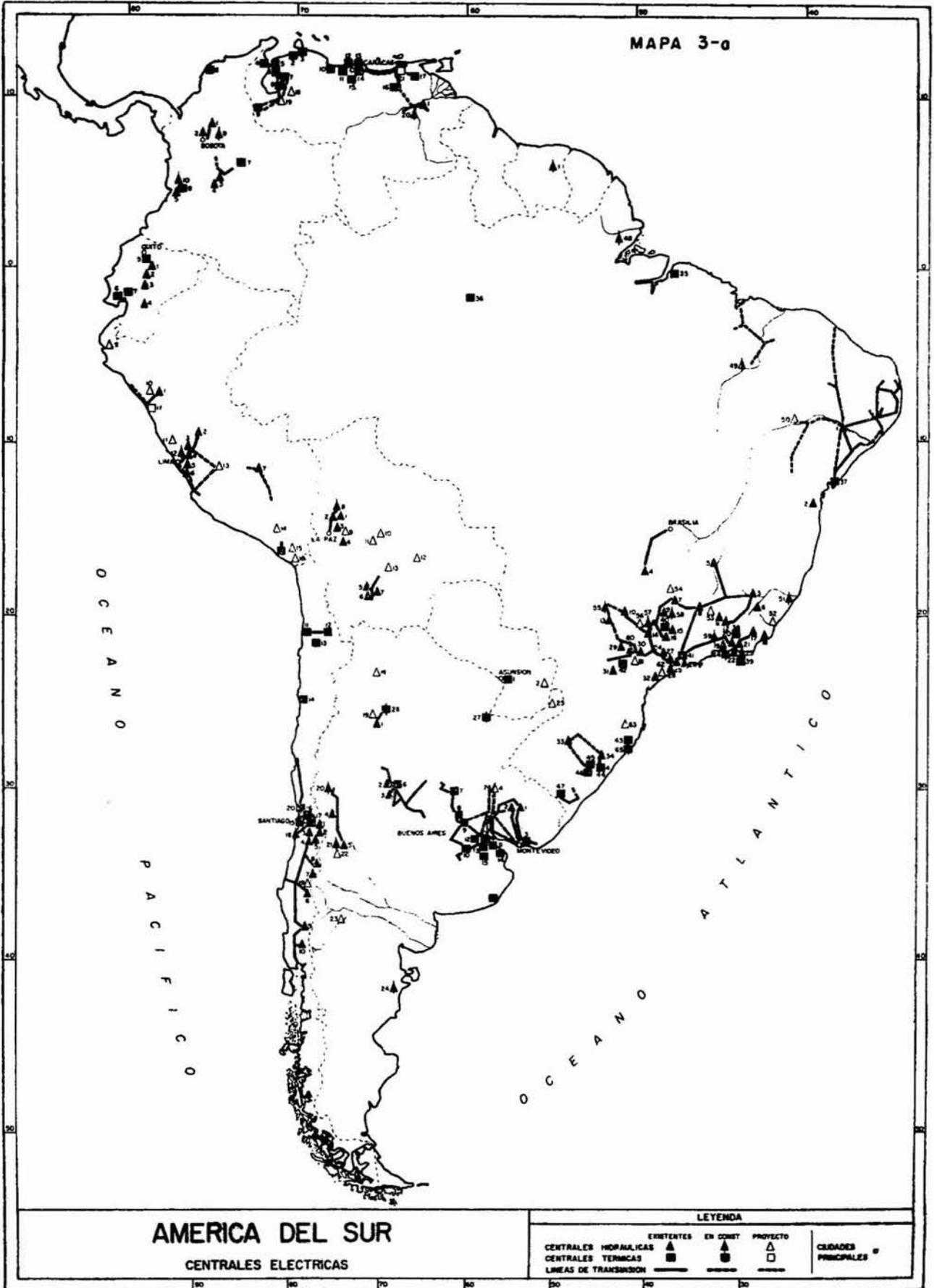
- a) Países auto-suficientes en ambos combustibles principales:  
Colombia y México.
- b) Países auto-suficientes en uno de los combustibles principales y parcialmente dependientes del suministro exterior en el otro:  
Chile, Perú y Venezuela.
- c) Países parcialmente dependientes del suministro exterior en ambos combustibles principales:  
Argentina y Brasil.
- d) Países carentes de carbón, que son parcialmente dependientes de los suministros exteriores de petróleo:  
Antillas, Bolivia y Ecuador.
- e) Países que carecen de carbón y petróleo, y que, para un consumo de combustibles, sólo dependen de importaciones:  
Centroamérica, Cuba, Guayanas, Paraguay y Uruguay.

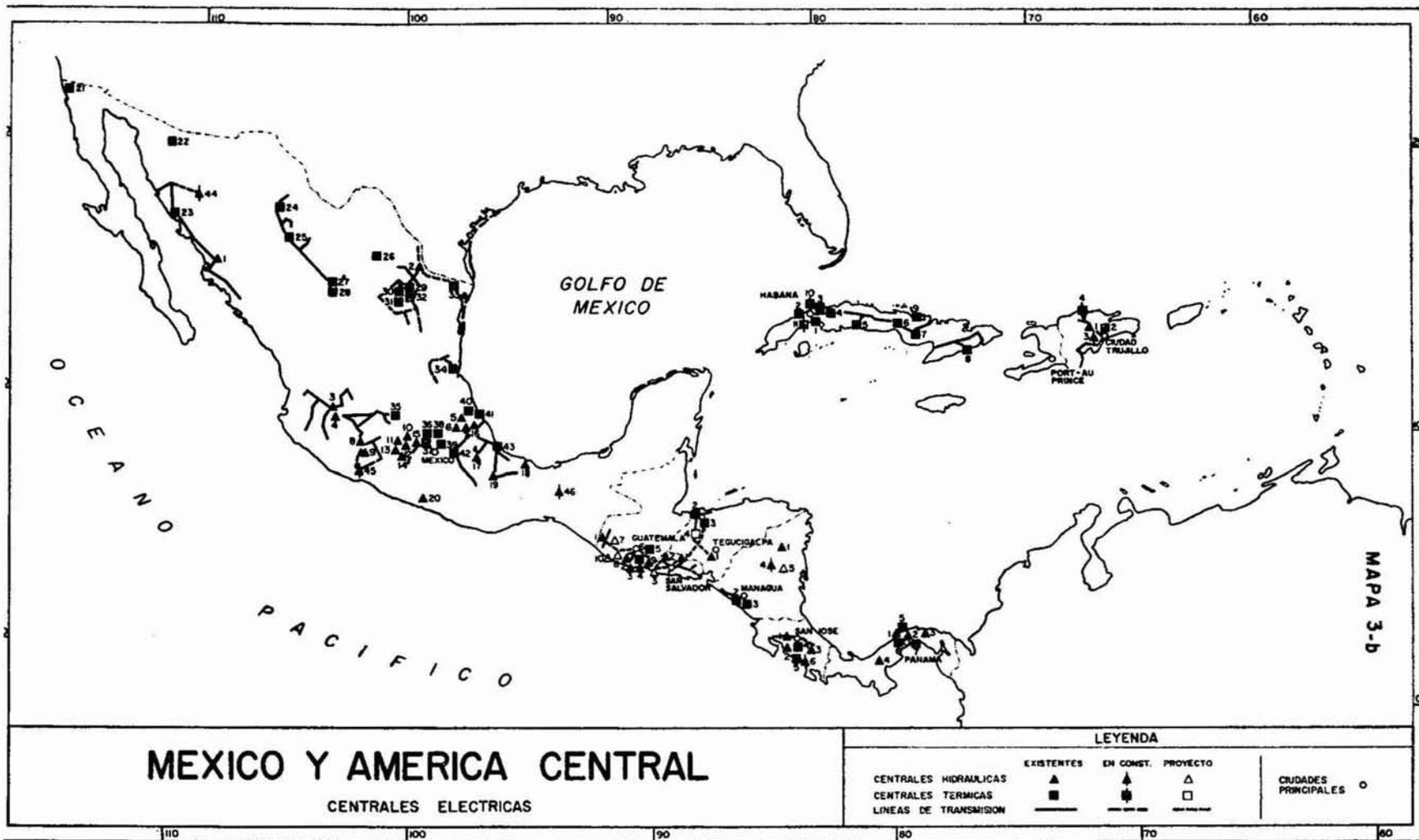
## CUADRO 16a

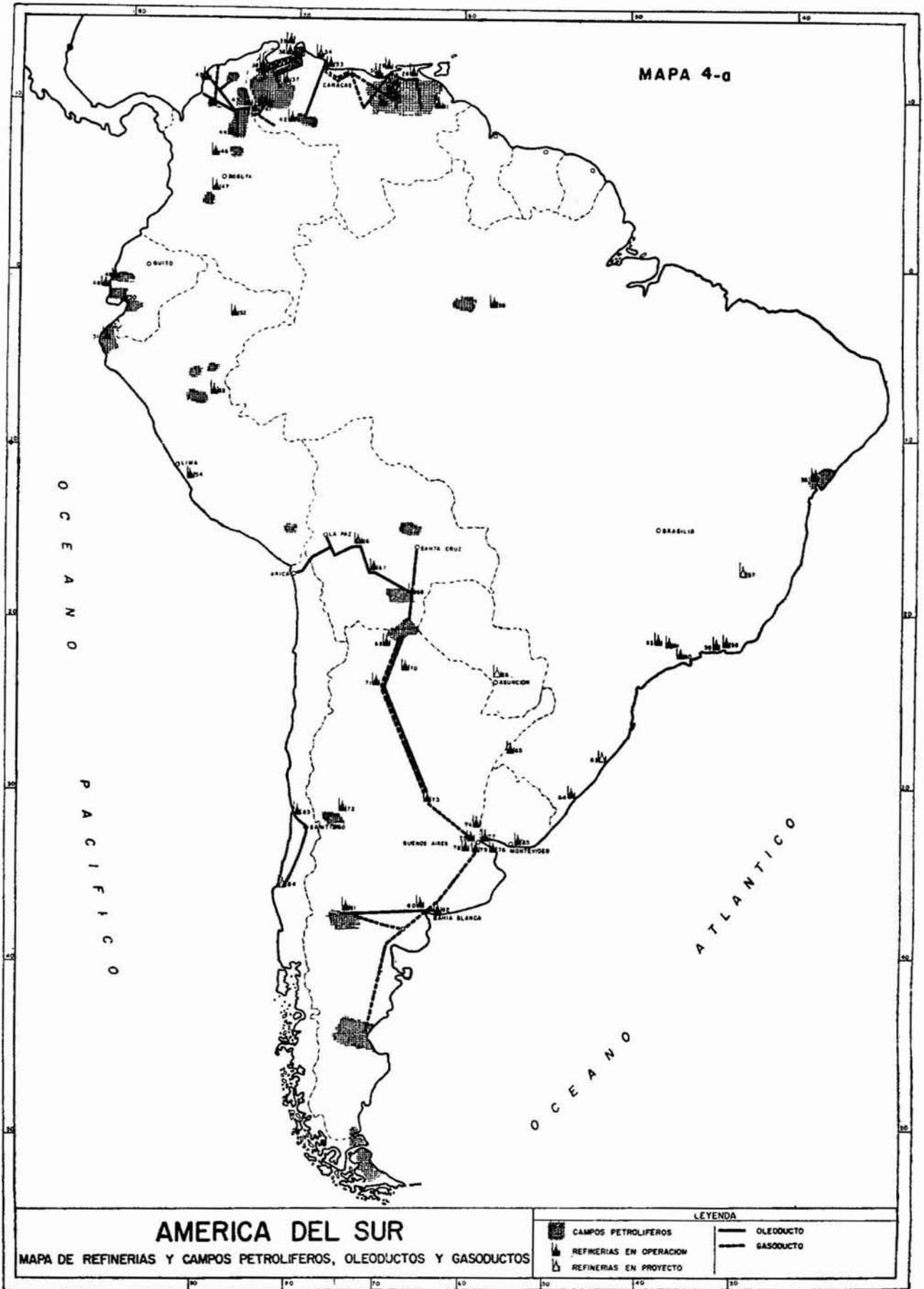
PRODUCCION DE ENERGIA EN AMERICA LATINA 1962 (en Mtc y Twh) (17)

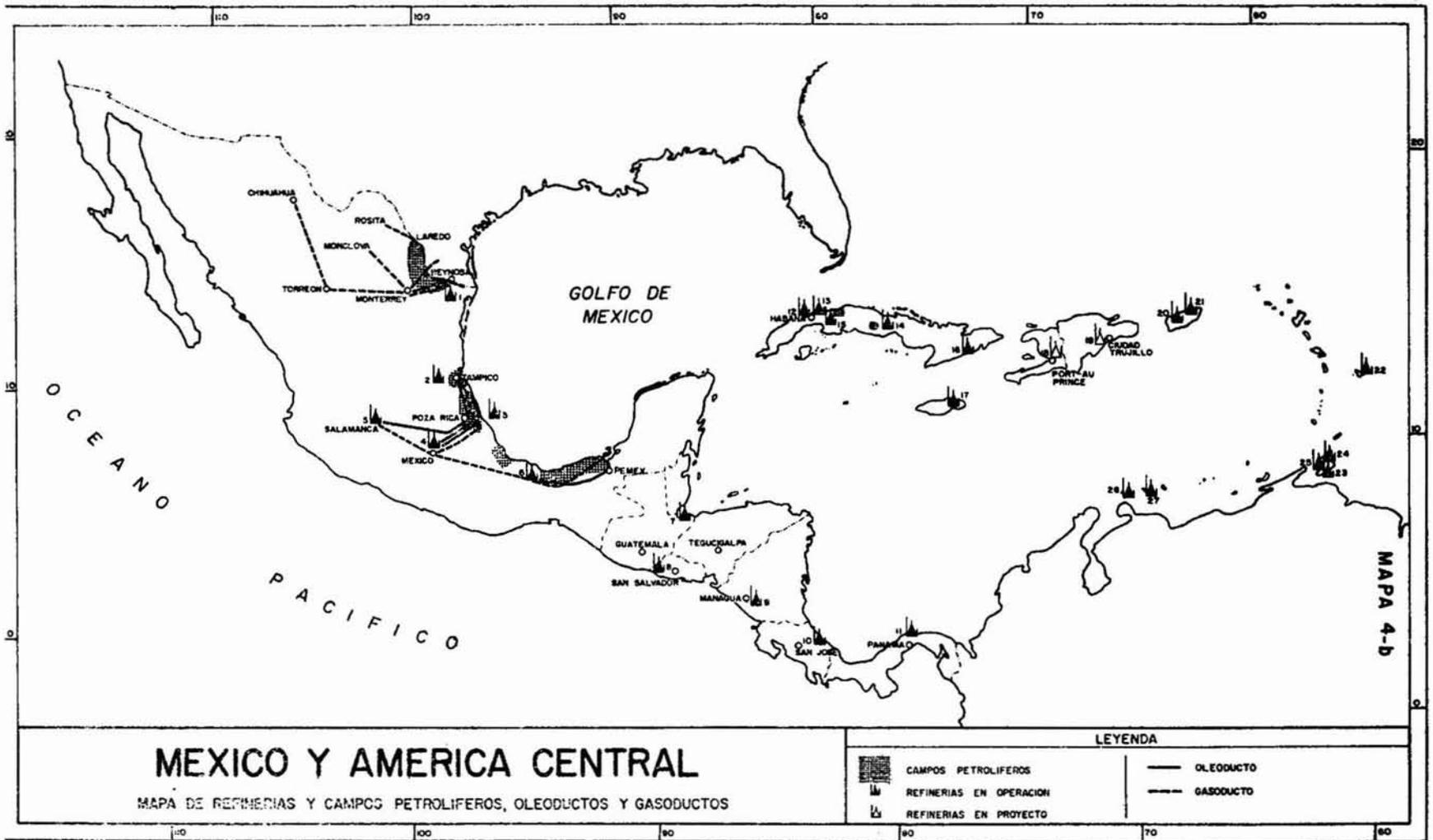
	Carbon y Lignito Mtec	Petróleo crudo Mtec	Gas natural Mtec	Hidroelectricidad		Electri- cidad Twh	T o t a l Mtec
				Mtec	Twh		
1. Antillas	0,00	9,02	1,13	0,02	0,14	2,88	10,17
2. Argentina	0,21	18,27	3,92	0,14	1,12	11,80	22,54
3. Bolivia	0,00	0,47	0,00	0,05	0,38	0,43	0,52
4. Brasil	2,45	5,67	0,68	2,65	21,24	26,89	11,46
5. Centroamérica	0,00	0,00	0,00	0,14	1,20	2,08	0,14
6. Colombia	3,00	9,31	0,49	0,35	2,81	4,18	13,15
7. Cuba	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	2,70	0,02
8. Chile	1,67	2,04	1,40	0,42	3,33	5,19	5,52
9. Ecuador	0,00	0,46	0,00	0,03	0,21	0,47	0,49
10. Guayanas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00
11. México	1,11	22,29	4,88	0,67	5,36	12,51	35,95
12. Paraguay	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00
13. Perú	0,16	3,31	0,10	0,26	2,05	3,15	3,83
14. Uruguay	0,00	0,00	0,00	0,09	0,70	1,31	0,09
15. Venezuela	0,03	218,15	6,91	0,08	0,65	5,88	225,17
16. América Latina	9	289	26	5	39	80	329
17. Estados Unidos de Norteamérica	396	493	523	21	172	948	1.433
18. Europa Occiden- tal	486	21	21	29	236	650	557
19. Europa Oriental y URSS	704	264	117	11	86	515	1.096
20. Otros países desarrollados	136	44	38	22	181	318	240
21. Resto del mundo	478	496	10	7	54	144	991
22. Mundo	2.209	1.607	735	95	768	2.655	4.646

MAPA 3-a









OCEANO  
PACIFICO

GOLFO DE  
MEXICO

PACIFICO

MAPA 4-b

**MEXICO Y AMERICA CENTRAL**  
 MAPA DE REFINERIAS Y CAMPOS PETROLIFEROS, OLEODUCTOS Y GASODUCTOS

**LEYENDA**

- CAMPOS PETROLIFEROS
- REFINERIAS EN OPERACION
- REFINERIAS EN PROYECTO
- OLEODUCTO
- GASODUCTO

## CUADRO 16b

PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA PRODUCCION DE ENERGIA EN AMERICA  
LATINA 1962 (18)

	Producción: Consumo bruto Combustibles		Producción hidroeléc- trica/consumo bruto total de electricidad
	Sólidos	Líquidos	
1. Antillas	-	1,39	0,05
2. Argentina	0,25	0,88	0,10
3. Bolivia	-	0,94	0,88
4. Brasil	0,73	0,27	0,79
5. Centroamérica	-	0,00	0,57
6. Colombia	1,00	1,99	0,67
7. Cuba	0,00	0,00	0,01
8. Chile	0,94	0,49	0,64
9. Ecuador	-	0,62	0,45
10. Guayanas	-	0,00	0,00
11. México	0,96	1,01	0,41
12. Paraguay	-	0,00	0,00
13. Perú	0,94	0,83	0,65
14. Uruguay	0,00	0,00	0,53
15. Venezuela	0,21	13,85	0,11
16. América Latina	0,82	2,58	0,49
17. Estados Unidos de Norte- américa	1,09	0,79	0,18
18. Europa Occidental	0,92	0,07	0,36
19. Europa Oriental y URSS	1,03	1,23	0,17
20. Otros países desarro- llados	0,89	0,30	0,57
21. Resto del mundo	1,00	4,96	0,38
22. Mundo	1,00	1,07	0,29

CONTINUACION CUADRO 16bPRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA PRODUCCION DE ENERGIA EN AMERICA  
LATINA 1962 (18)

	Capacidad instalada de producción		Factor de aprovechamiento de las instalaciones electrógenas	Capacidad de refinación/consumo total combustibles líquidos
	Generación eléctrica GW	Refinación de petróleo Mtp/año		
1. Antillas	0,65	51,85	0,51	10,70
2. Argentina	3,97	15,80	0,34	1,01
3. Bolivia	0,15	0,64	0,33	1,70
4. Brasil	5,78	15,03	0,53	0,95
5. Centroamérica	0,55	0,20	0,43	0,10
6. Colombia	1,03	4,24	0,46	1,20
7. Cuba	1,30	3,77	0,24	0,77
8. Chile	1,31	2,28	0,45	0,73
9. Ecuador	0,16	0,72	0,34	1,29
10. Guayanas	0,07	0,00	0,43	0,00
11. México	3,56	16,10	0,40	1,33
12. Paraguay	0,03	0,00	0,38	0,00
13. Perú	0,92	2,38	0,39	0,81
14. Uruguay	0,44	2,02	0,34	1,28
15. Venezuela	1,98	49,34	0,34	4,13
16. América Latina	22	164	0,42	1,95
17. Estados Unidos de Norteamérica	209	505	0,52	1,07
18. Europa Occidental	174	231	0,43	0,96
19. Europa Oriental y la URSS	113	181	0,52	1,11
20. Otros países desarrollados	69	115	0,53	1,11
21. Resto del mundo	...	123	...	1,64
22. Mundo	587	1.319	0,49	1,15

(...) No hay información disponible.

## 4. LOS RECURSOS NATURALES DE ENERGIA

4.1. En el Mapa 5 (19) se señalan las cuencas sedimentarias latinoamericanas y el emplazamiento de los principales yacimientos de petróleo. Estos se distribuyen, de sur a norte en la vertiente oriental de los Andes, desde Magallanes, pasando por Neuquén y Cuyo, hacia el Chaco; luego reaparecen, en la vertiente occidental, en torno al golfo de Guayaquil; más al norte se encuentran nuevamente en la zona intracordillerana de Magdalena, hasta terminar en el Caribe, en torno al lago de Maracaibo y a lo largo del Orinoco en la zona de Matarin. Extensas zonas sedimentarias, en la cuenca del Amazonas, del Paraná y en el extremo oriental del Brasil, han revelado hasta ahora escasos yacimientos. En el norte, los más abundantes recursos se encuentran en la zona de Veracruz, en terrenos sedimentarios que rodean el Golfo de México, desde la península de Yucatán hasta las grandes Antillas.

El Cuadro 17 indica las cantidades de hidrocarburos existentes en los yacimientos latinoamericanos, según han sido estimadas en la actualidad; se anotan ahí también, las cantidades existentes en otras partes del mundo, como punto de referencia.

Las reservas medidas de petróleo del mundo suman unos 45 mil millones de toneladas; si se agregan las reservas indicadas e inferidas dicho total se eleva a unos 130 mil millones de toneladas. La parte de estas reservas que se encuentra en América Latina es el 7 1/2% de la primera cifra y el 5% de la segunda. Dos regiones del mundo tienen reservas escasas, Europa Occidental y Otros Países Desarrollados: sus reservas en conjunto, hacen algo así como un tercio de las reservas medidas Latinoamericanas. Las concentraciones de recursos del cercano oriente y del norte de Africa le dan al área que hemos denominado "Resto del Mundo" una disponibilidad muy grande de petróleo: en el 43% de la superficie terrestre, ocupada por los países subdesarrollados, se encuentra el 70% de las reservas medidas de petróleo mundial. Estados Unidos de Norteamérica y Europa Oriental y URSS tienen recursos medidos comparables en magnitud absoluta, aunque poco mayores, que los de América Latina.

La importancia relativa de las reservas de hidrocarburos antes descrita se mantienen si además del petróleo se considera al gas natural, aunque esta inclusión incrementa más las reservas de Estados Unidos de Norteamérica y de Europa Occidental que a las restantes regiones. Considerando petróleo y gas natural, las existencias mundiales totales medidas corresponden al equivalente de unos 80 mil millones de toneladas de carbón, de los cuales 6 corresponden a América Latina, un cuarto del total a los países desarrollados y poco más de la mitad a los países subdesarrollados.

En términos comparativos y refiriéndose a la simple magnitud de las reservas de hidrocarburos, su distribución en las diversas regiones terrestres, permite clasificarlos en tres grupos:

- a) regiones con existencias muy abundantes:  
Resto del Mundo (sobre todo cercano Oriente y Norte de Africa);

CUADRO 17

## RESERVAS DE HIDROCARBUROS EN AMERICA LATINA Y EN EL MUNDO (20)

	PETROLEO (Mt)		GAS NATURAL (10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> )	
	Medidas	Totales	Medidas	Totales
1. Antillas	73	300	20	20
2. Argentina	267	2.490	210	237
3. Bolivia	53	53	-	-
4. Brasil	120	120	11	11
5. Centroamérica	-	-	-	-
6. Colombia	160	160	-	-
7. Cuba	0,4	0,4	-	-
8. Chile	30	300	80	300
9. Ecuador	3	3	-	-
10. Guayanas	-	-	-	-
11. México	374	390	230	230
12. Paraguay	-	-	-	-
13. Perú	57	57	-	-
14. Uruguay	-	-	-	-
15. Venezuela	2.270	2.760	953	953
16. América Latina	3.416	6.633	1.504	1.751
17. Estados Unidos de Norteamérica	4.607	76.600	7.469	42.500
18. Europa Occidental	239	282	1.884	1.884
19. Europa Oriental y URSS	4.100	4.594	2.004	23.700
20. Otros países desarro- llados	719	7.537	1.006	10.249
21. Resto del mundo	32.506	32.507	2.567	2.926
22. Mundo	45.580	128.153	16.434	83.010

- b) Regiones con existencias de cuantía moderada:  
Estados Unidos de Norteamérica, Europa Oriental y Unión Soviética y América Latina:
- c) Regiones con existencias pequeñas:  
Otros Países Desarrollados y Europa Occidental.

Las reservas de América Latina se encuentran distribuidas de modo muy disparate: de los 15 países (o agrupaciones nacionales) en que se la consideró descompuesta, 5 de ellos carecen del todo de petróleo (o tienen disponibilidades ínfimas). El petróleo que se concentra en Venezuela guarda una reserva el doble de la suma de las reservas dispersas en los otros 9 países que también tienen petróleo.

Ordenando los países según sus disponibilidades medidas de hidrocarburos, pueden clasificarse en cuatro grupos:

- a) Países con existencias muy abundantes:  
Venezuela;
- b) Países con existencias de cuantía moderada:  
México, Argentina y Colombia;
- c) Países con existencias de pequeña cuantía:  
Brasil, Antillas, Perú, Bolivia, Chile y Ecuador;
- d) Países que carecen de reservas:  
Centroamérica, Cuba, Guayanas, Paraguay y Uruguay.

4.2. El Mapa 5 individualiza los principales yacimientos carboníferos latinoamericanos; las zonas destacadas son: Arauco (Chile) y Puerto Alegre (Brasil), Huaras (Perú), las Cuencas de Magdalena y Cauca (Colombia), yacimiento en Maracaibo y Maturín (Venezuela) y los de la Meseta Central y norte de México. En el Cuadro 18a se señalan las reservas de carbón latinoamericano y en Cuadro 18b se incluyen también los lignitos y la turba y se contabiliza el total equivalente de combustibles minerales sólidos.

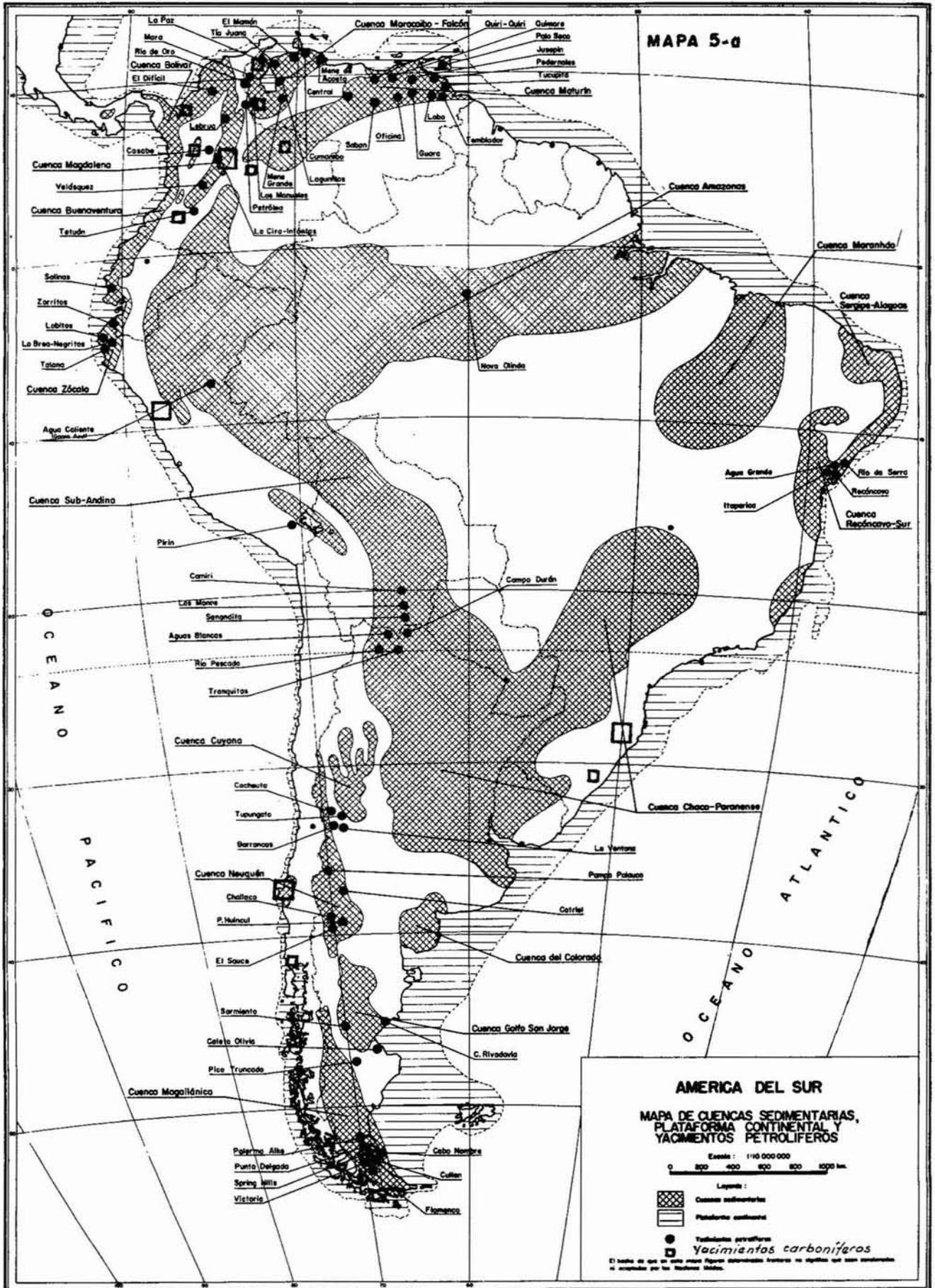
Sólo una pequeña parte de las existencias de carbón en América Latina ha sido medida: sin embargo, existen importantes yacimientos cuyo volumen y cualidades han sido objeto de estimaciones de una seguridad más incierta; estas reservas, indicadas e inferidas, permiten una mejor comparación entre los diversos países de la región; algo semejante ocurre si se pretende comparar las grandes regiones del mundo, que han sido exploradas con un detalle y rigor técnicos muy diversos; por estas razones, referiremos las comparaciones a las cifras totales de reservas que incluyen, además de las reservas medidas, a las indicadas e inferidas.

Las reservas mundiales totales de carbón que han sido medidas alcanzan a una cifra vecina a los 600 mil millones de toneladas (600 Gt); en América Latina han sido medidas reservas poco inferiores a mil millones de toneladas. Si se incluyen todas las reservas, en todo el mundo, existen más o menos

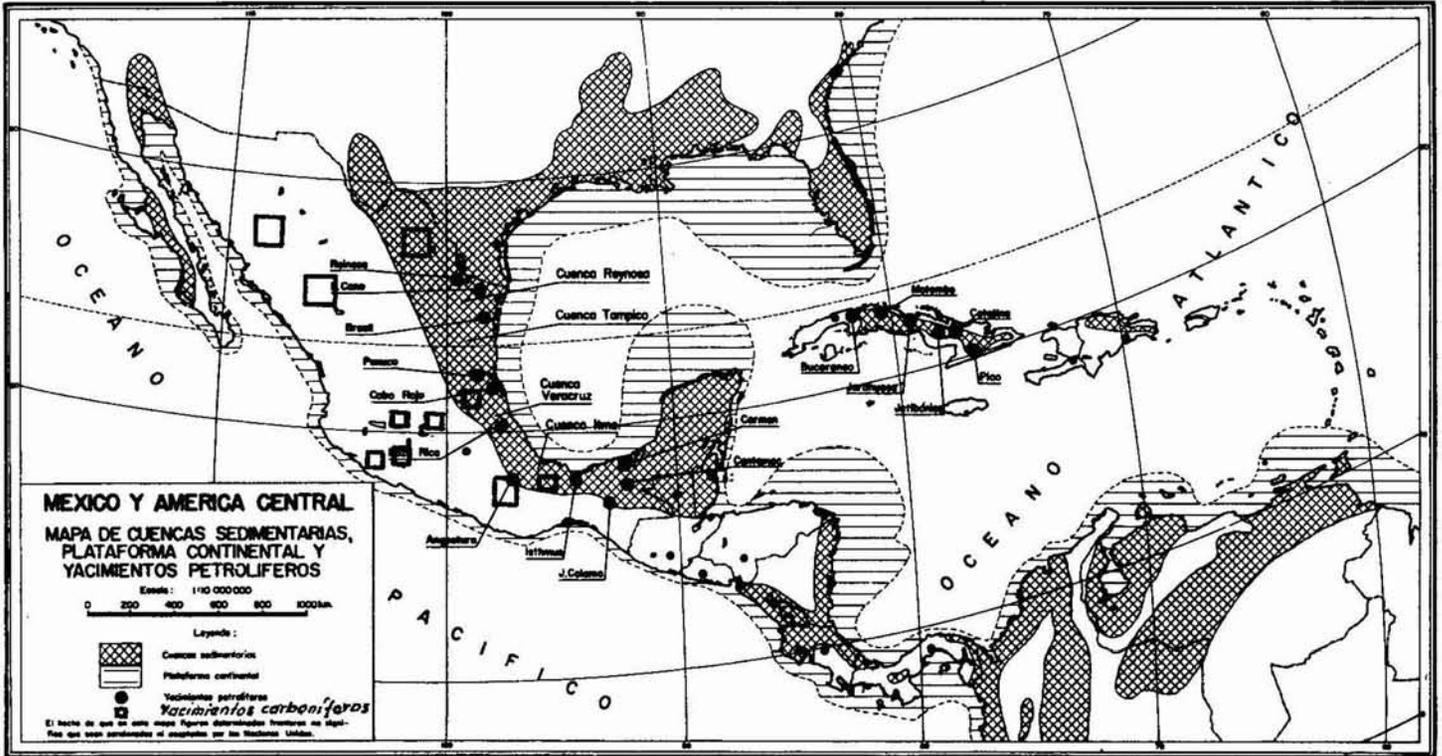
## CUADRO 18a

## RESERVAS DE CARBON EN AMERICA LATINA Y EN EL MUNDO (21)

	Reservas medidas (Gt) Total Carbones	Reservas totales (Gt)				Total Carbones
		Antra- citas	C.Bitumi- nosos co- quificable	C.Bitumi- nosos no coquifi- cable	C. Sub- bitumi- nosos	
1. Antillas	-	-	-	-	-	-
2. Argentina	0,37	-	-	-	0,40	0,40
3. Bolivia	-	-	-	-	-	-
4. Brasil	0,39	-	0,50	1,63	-	2,13
5. Centroamérica	-	-	-	-	-	-
6. Colombia	-	-	0,50	39,50	-	40,00
7. Cuba	-	-	-	-	-	-
8. Chile	0,10	-	0,08	0,03	1,00	1,11
9. Ecuador	-	-	-	-	0,03	0,03
10. Guayanas	-	-	-	-	-	-
11. México	-	0,12	2,60	12,40	-	15,12
12. Paraguay	-	-	-	-	-	-
13. Perú	-	6,00	0,10	-	-	6,10
14. Uruguay	-	-	-	-	-	-
15. Venezuela	0,03	-	-	-	0,35	0,35
16. América Latina	0,89					65
17. Estados Unidos de Norteamérica	72					1.100
18. Europa Occidental	205					415
19. Europa Oriental y URSS	220					4.772
20. Otros países desarrollados	71					156
21. Resto del Mundo	5					1.083
22. Mundo	574					7.591



MAPA 5-b



## CUADRO 18b

RESERVAS DE CARBON, LIGNITO Y TURBA EN AMERICA LATINA Y EN EL MUNDO (21)

	LIGNITOS (Gt)		TURBA (Gt) Totales	TOTAL EQUIVALENTE: CARBON LIGNITO Y TURBA (Gtec).	
	Medidas	Totales		Medidas	Totales
	1. Antillas	-	-	-	-
2. Argentina	-	-	0,11	0,37	0,45
3. Bolivia	-	-	-	-	-
4. Brasil	-	-	-	0,39	2,13
5. Centroamérica	-	-	-	-	-
6. Colombia	-	-	-	-	40,00
7. Cuba	-	-	-	-	-
8. Chile	5,0	29,0	-	3,20	18,41
9. Ecuador	-	-	-	-	0,03
10. Guayanas	-	-	-	-	-
11. México	-	-	-	-	15,12
12. Paraguay	-	-	-	-	-
13. Perú	-	-	-	-	6,10
14. Uruguay	-	-	-	-	-
15. Venezuela	-	-	-	0,03	0,35
16. América Latina	5	29	0,1	4	83
17. Estados Unidos de Norteamérica	9	406	12,5	84	1.340
18. Europa Occidental	65	...	47,3	268	478
19. Europa Oriental y URSS	68	1.425	164,2	343	5.710
20. Otros países desarrollados	53	124	0,4	103	230
21. Resto del Mundo	1	4	1,1	6	1.085
22. Mundo	201	2.053	225,6	808	8.926

7,6 millones de millones de toneladas (7,6 Tt): las reservas totales de América Latina se han estimado en unos 65 mil millones de toneladas, es decir, un 8 por mil de ese total mundial.

La consideración de las cifras antes mencionadas revela una mayor cuantía de reservas carboníferas, en todas partes, si se las compara con las petrolíferas: en el mundo entero las reservas medidas de carbón son 7 veces las correspondientes en equivalente calórico de petróleo y gas, y las reservas totales de carbón son 27 veces las correspondientes en hidrocarburos. Haciendo contraste a esta relación, en América Latina las reservas medidas de carbón son 1/7 de las correspondientes en equivalente calórico de petróleo y gas, y las reservas totales de carbón son 6 veces las correspondientes de hidrocarburos.

Si se incluyen los lignitos y la turba, el total de combustibles sólidos de origen fósil en el mundo alcanza a unos 9 millones de millones de toneladas de carbón equivalente; de esta cifra sólo 800 mil millones son medidas. En América Latina la cantidad total medida de estos combustibles sólidos alcanzan a 4 mil millones de toneladas de carbón equivalente y las existencias medidas, inferidas e indicadas se eleva a 83 mil millones. La inclusión de carbones de bajo poder calorífico e inferior calidad no mejora la posición de América Latina respecto a otras regiones: sus reservas medidas son sólo el 5 por mil; sus reservas medidas, inferidas e indicadas son sólo el 9 por mil del total mundial.

Una clasificación de las seis regiones mundiales según sus disponibilidades de carbones, asigna a América Latina un último lugar; las regiones se ordenarían así:

- a) Regiones con reservas muy abundantes:  
Europa Oriental y Unión Soviética;
- b) Regiones con reservas abundantes:  
Estados Unidos de Norteamérica;
- c) Regiones con reservas moderadas:  
Europa Occidental y Resto del Mundo;
- d) Regiones con reservas escasas:  
Otros países desarrollados y América Latina.

Al discriminar acerca de la calidad de los carbones latinoamericanos, las conclusiones son menos favorables aún: sólo un séptimo de las 65 Gt de sus reservas está constituido por antracitas y carbones bituminosos coquificables; el resto lo constituyen carbones bituminosos no coquificables y carbones sub-bituminosos; los lignitos y la turba agregan 29 Gt de carbón equivalente.

La distribución de los carbones en la región es dispareja: sólo dos países tienen antracita (y sólo uno de ellos en cantidades abundantes, el Perú); sólo cinco países tienen carbones bituminosos coquificables (Brasil, Colombia, Chile, México y Perú) y ninguno de ellos en cantidad abundante; cuatro países tienen yacimientos de carbones bituminosos no coquificables (dos de ellos en cantidades abundantes, Colombia y México); cuatro de ellos tienen carbones

sub-bituminosos, uno de ellos (Chile) tiene lignitos en cantidad abundante; sólo en uno de ellos se han estimado pequeñas cantidades de turba; siete países carecen de combustibles minerales sólidos.

Por otra parte, la observación del Cuadro 18c revela que en América Latina, nueve países tienen reservas de hierro, algunas muy cuantiosas: de un total mundial de reservas demostradas e inferidas de hierro de 82 mil millones de toneladas, 24 mil millones se encuentran en América Latina: este continente, que encierra el 30% de las reservas de minerales de hierro, tiene menos de 1% de las reservas de carbón. Nueve países tienen reservas de hierro (Brasil, en cantidad abundantísima, Cuba y Venezuela en abundancia) y de ellos sólo cinco tienen recursos de carbón coquificable (Colombia, México y Perú en cantidades adecuadas al uso siderúrgico, Chile en cantidad deficiente, Brasil en cantidad ínfima).

Una clasificación de los 15 países (o agrupaciones nacionales) latino-americanas, por consideración a sus reservas de carbón, daría el siguiente ordenamiento:

- a) Países con reservas relativamente abundantes:  
Colombia, México y Perú;
- b) Países con reservas pequeñas:  
Argentina, Brasil, Chile, Ecuador y Venezuela;
- c) Países que carecen de reservas:  
Bolivia, Antillas, Centroamérica, Cuba, Guayanas, Paraguay y Uruguay.

Si se consideran sólo los carbones coquificables:

- México debe considerarse con reservas moderadas;
- Colombia debe incluirse entre los países con reservas pequeñas;
- Argentina y Venezuela deben incluirse entre los países carentes de reservas.

Si se considera la totalidad de carbones, lignitos y turbas:

- Chile debe incluirse entre los países con reservas abundantes.

Al intentarse una ordenación considerando el equivalente calórico total existente en forma de combustibles minerales (petróleo, gas, carbón, lignito y turba) como aparece en el Cuadro 19, se pueden agrupar las 15 zonas en tres clases:

- a) Países con reservas abundantes:  
Colombia, Chile, México, Perú y Venezuela.
- b) Países con reservas pequeñas:  
Argentina, Brasil, Bolivia, Antillas y Ecuador (estos tres últimos en cantidad muy pequeña).

## CUADRO 18c

RELACION ENTRE LAS RESERVAS DE CARBON COQUIFICABLE Y LAS RESERVAS DE  
HIERRO EN AMERICA LATINA Y EN EL MUNDO (22)

	Reservas totales de hierro		Relación carbón/hierro
	Gt	Ley	
1. Antillas	-	-	-
2. Argentina	0,19	0,45	-
3. Bolivia	-	-	-
4. Brasil	16,25	0,60	0,05
5. Centroamérica	0,04	0,62	-
6. Colombia	0,10	0,45	10,8
7. Cuba	2,62	0,45	-
8. Chile	0,16	0,62	0,8
9. Ecuador	-	-	-
10. Guayanas	-	-	-
11. México	0,50	0,54	10,1
12. Paraguay	-	-	-
13. Perú	0,77	0,50	15,9
14. Uruguay	-	-	-
15. Venezuela	2,88	0,62	-
16. América Latina	24,4	0,49	0,83
17. Estados Unidos de Norteamérica	8,6	...	17,1
18. Europa Occidental.	16,6	...	25,2
19. Europa Oriental y URSS	3,2	...	14,0
20. Otros países desarrollados	1,1	...	13,2
21. Resto del Mundo	28,0	...	0,37
22. Mundo	81,9	...	14,4

(...): No hay información disponible.

CUADRO 19RESERVAS DE COMBUSTIBLES MINERALES EN AMERICA LATINA  
Y EN EL MUNDO (23)

	Petróleo y Gas Natural (Gtec)	Petróleo, Gas Natu- ral y Carbones (Gtec)
1. Antillas	0,12	0,12
2. Argentina	0,63	1,08
3. Bolivia	0,07	0,07
4. Brasil	0,17	2,30
5. Centroamérica	-	-
6. Colombia	0,21	40,21
7. Cuba	-	-
8. Chile	0,15	18,56
9. Ecuador	-	0,03
10. Guayanas	-	-
11. México	0,79	15,91
12. Paraguay	-	-
13. Perú	0,07	6,17
14. Uruguay	-	-
15. Venezuela	4,22	4,57
16. América Latina	6 - 11	10 - 94
17. Estados Unidos de Norteamérica	16 - 156	100 - 1.496
18. Europa Occidental	3	271 - 481
19. Europa Oriental y URSS	8 - 37	351 - 5.747
20. Otros países desarrollados	2 - 23	105 - 253
21. Resto del mundo	46	52 - 1.131
22. Mundo	81 - 276	889 - 9.202

c) Países que carecen de combustibles minerales:

Centroamérica, Cuba, Guayanas, Paraguay y Uruguay.

4.3. Los dos factores determinantes de las potencialidades hidroeléctricas del territorio, la orografía y la hidrografía, presentan rasgos muy variados en la extensa área continental latinoamericana. La cadena montañosa de los Andes, en dirección Norte-Sur, por el borde occidental sudamericano y la meseta mexicana, en la misma dirección, que apuntando hacia Sudamérica, tiende a continuarla, determinan tierras altas, entre las latitudes 33° Norte y 56° Sur, que comprenden el continente. Las extensas planicies del Orinoco, del Amazonas, del Chaco y de la Patagonia desaguan hoyas hidrográficas caudalosas de poca pendiente hacia el Atlántico, dejando entre medio a las tierras altas del Brasil y de las Guayanas.

La mayor extensión del continente está comprendida entre los trópicos de Cáncer y Capricornio, con climas predominantemente tropicales y precipitaciones abundantes. La Cordillera de Los Andes, y en menor grado, las demás tierras altas alteran las corrientes atmosféricas y, en sus distintas altitudes, dan orígenes a climas y a regiones fluviales muy variadas. Las corrientes oceánicas que bañan sus costas influyen decisivamente sobre el régimen de precipitaciones.

El Mapa 6 (24) muestra los principales sistemas hidrográficos de América Latina. Se distinguen ahí regiones variadas:

a) Zonas áridas y semi-áridas con baja dotación de caudales: Planicie Alta de México y desierto de Chihuahua, Península de Baja California, Norte de Venezuela, faja costera del Pacífico Tropical Sur, Polígono das Secas en Brasil, Noroeste y Sur de Argentina; algunas de estas regiones están atravesadas por ríos importantes que derivan su caudal de otras regiones, como los ríos Colorado y Conchos-Bravo en el Norte de México, San Francisco en el Polígono das Secas y Colorado y Negro en Patagonia.

b) Grandes Cuencas Húmedas: Seis cuencas principales cubren el 63% de la superficie de América del Sur: Amazonas - Tocantins (5.980 km<sup>2</sup>), Plata - Paraná - Uruguay (3.100 km<sup>2</sup>), Orinoco (960 km<sup>2</sup>), San Francisco (610 km<sup>2</sup>) Magdalena-Cauca (260 km<sup>2</sup>).

c) Vertientes Cortas: La espina dorsal del Continente, que le atraviesa desde Norteamérica hasta la Patagonia por el costado occidental, da origen a ríos cortos, a veces caudalosos, de pendientes fuertes, al atravesar regiones lluviosas de la zona tropical norte y la zona templada sur o regiones áridas de la zona tropical norte, cuyas potencialidades de fuerza motriz son ricas y variadas. Hay también otras cuencas cortas, como son la vertiente oriental de la meseta del Brasil y la vertiente norte de Venezuela.

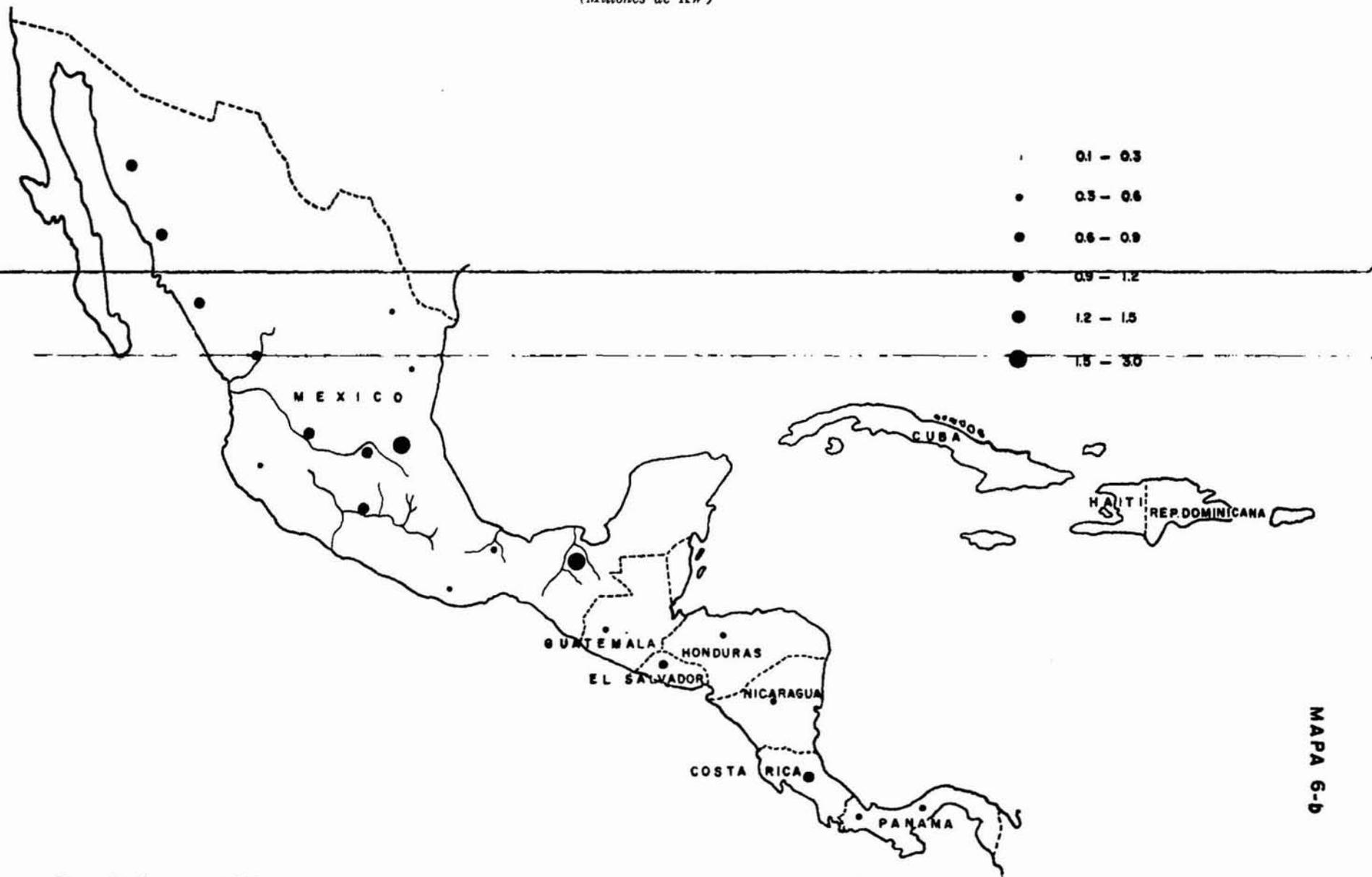
En el Mapa 6 se han localizado los principales recursos potenciales de fuerza motriz hidráulica. El Cuadro 20 individualiza algunos recursos hidráulicos económicamente aprovechables en América Latina, en las principales cuencas fluviales. En el Cuadro 21 se ha estimado el potencial hidroeléctrico bruto de los diversos países latinoamericanos y de las diversas regiones del mundo;

ESTIMACION DE POTENCIALES HIDRAULICOS ECONOMICOS POR REGIONES GEOGRAFICAS  
(Millones de KW)



NOTA: Las fronteras señaladas en este mapa no implican que las Naciones Unidas las acepten o las apoyen oficialmente.

ESTIMACION DE POTENCIALES HIDRAULICOS ECONOMICOS POR REGIONES GEOGRAFICAS  
(Millones de KW)



MAPA 6-b

NOTA: Las fronteras señaladas en este mapa no implican que las Naciones Unidas las acepten o apoyen oficialmente.

también se señalan ahí los aprovechamientos actualmente estimados económicos y se avalúa, de una manera aproximada, la energía anual generable con dichos recursos.

De la observación de este último cuadro se desprende que la distribución de los recursos hidráulicos entre grandes regiones geográficas, cada una de las cuales encierra territorios de clima y orografía muy variada, resulta más uniformemente repartida que la de los recursos combustibles: las cifras absolutas de potenciales hidráulicos guardan cierta relación con la extensión de los territorios; por esto, los de América Latina resultan comparables a los de regiones de importancia territorial semejante:

Clasificadas las seis regiones mundiales por consideración a la cuantía absoluta de recursos hidroeléctricos, pueden agruparse así:

- a) Regiones con recursos muy abundantes:  
Resto del Mundo (países subdesarrollados);
- b) Regiones con recursos abundantes:  
Europa Oriental y URSS y América Latina;
- c) Regiones con recursos moderados:  
Estados Unidos de Norteamérica, Otros países desarrollados y Europa Occidental.

El potencial hidroeléctrico bruto con caudal mínimo ordinario estimado para América Latina es de unos 65 millones de KW de potencia teóricamente instalable (65 GW), mientras el potencial mundial con igual seguridad hidrológica se estima en 500 Gw. Si se aprecia dicha potencia bruta con caudales medios, el potencial latinoamericano se elevaría a unos 530 Gw y el mundial a unos 2.400 Gw. La comparación de estas cuatro cifras revela que los cursos de agua en América Latina tienen regímenes más variables, si se los compara con los de conjunto mundial, pues la disponibilidad de agua, un porcentaje elevado del tiempo, es comparativamente más pequeña que la disponibilidad promedio.

Aunque la apreciación de la energía anual generable con instalaciones hidroeléctricas de costos convenientes se ha evaluado con precisión en pocas regiones del mundo, ciertas estimaciones tentativas, hechas con criterios moderados, permiten valorar dicha energía anual generable en todas las hoyas hidráulicas del mundo en unos 11 mil TWh ( $11 \times 10^{12}$  KWh). De este total, unos mil TWh (un 9%) corresponde a la fuerza motriz aprovechable del agua en América Latina, es decir algo así como el calor equivalente de 125 millones de toneladas anuales de carbón. Si se admite que un 35% de las reservas medidas de petróleo y gas sean económicamente recuperables y un 50% de las reservas totales de carbón lignito y turba puedan extraerse a costo conveniente, si además se suponen necesarios en promedio 350 gr. de carbón para generar un KWh con centrales termoeléctricas corrientes, la disponibilidad de aquellos recursos hidráulicos renovables corresponde al agotamiento de todas las existencias (medidas) de petróleo y gas en 6 1/2 años y al agotamiento de todas las reservas (medidas, indicadas e inferidas) de carbón, lignito y turba en 120 años, empleados estos combustibles produciendo anualmente la misma energía eléctrica que la fuerza motriz hidráulica podría prever.

En 12 de los 15 países (o agrupaciones nacionales) latinoamericanos considerados se han hecho estimaciones de los potenciales hidroeléctricos económicamente aprovechables, basadas en prospecciones hechas en cada país con una precisión y rigor muy dispar; en dos de ellos (Antillas y Guayanas) se dispone de cierta información hidrométrica en que permite estimar los potenciales de un modo burdo; en un tercero (Cuba) se carece de información estadística, aunque hay antecedentes de que sus recursos son muy pequeños. Basándose en dichas informaciones se ha evaluado la energía hidroeléctrica anual generable en América Latina, con aprovechamientos económicos.

La comparación de estos recursos, indicados en el Cuadro 21, permite clasificar a los diversos países de la región, según la siguiente ordenación, en consideración a sus potencialidades hidráulicas, tal cual se estiman actualmente:

- a) Países con recursos muy abundantes:  
Brasil, Colombia y Chile;
- b) Países con recursos abundantes:  
Argentina, Guayanas, México y Venezuela;
- c) Países con recursos moderados:  
Bolivia, Centroamérica, Ecuador, Paraguay y Perú;
- d) Países con recursos escasos:  
Antillas, Cuba y Uruguay.

4.4. Los bosques ocupan un tercio de todas las tierras del mundo y de ellos se extraen anualmente productos variados y cuantiosos: una parte muy preponderante de los productos del bosque se destina a combustibles y, especialmente en zonas rurales, se consume como bien libre. Pero, además de constituir una fuente de materias primas, el bosque protege y permite la evolución de los cultivos agrícolas, mantiene la calidad del suelo, regulariza el curso de las aguas e influye sobre el clima: de este modo, el bosque, como recurso natural es a la vez un recurso energético, en tanto se usa como combustible, y condiciona a otros recursos energéticos, pues afecta la cuantía y régimen del agua disponible, usada ésta, a su vez, como fuente de fuerza motriz.

La presión demográfica aplicada a los suelos se manifiesta con intensidad variable, como una ocupación permanente de nuevas tierras para fines agrícolas y ganaderos, orientándose principalmente hacia las áreas vegetales y ocasionando la destrucción de extensas masas boscosas. Esta destrucción, muchas veces, irresponsable e indiscriminada, no sólo agota recursos potenciales de materias primas y combustibles, sino también compromete la función protectora del bosque: en varios países de América Latina, la erosión consiguiente a la tala del bosque, ha degradado los recursos de muchas cuencas hasta atentar contra las posibilidades de aprovechamientos hidráulicos.

América Latina tiene una cuarta parte de los bosques del mundo, pero dos terceras partes de sus tierras boscosas son actualmente inaccesibles y la producción maderera que se extrae del otro tercio sólo presenta el 3% de la producción

## CUADRO 20

POTENCIAL HIDROELECTRICO ECONOMICO LATINOAMERICANO  
EN ALGUNAS CUENCAS SELECCIONADAS (25)

Pais-Cuenca	Potencial Gw	Por ciento del total del pais	Por ciento aprovechado en 1959
<u>Argentina</u>			
Tunnuyan-Diamante-Atuel	1,38	11,0	5,4
Negro	2,33	18,6	0,5
Córdoba	0,28	2,2	37,5
<u>Bolivia</u>			
Alto Beni (Bala)	1,00	37,0	-
Corani-Espíritu Santo	0,15	5,6	-
<u>Brasil</u>			
San Francisco	3,10	10,3	6,4
Grande	7,00	23,3	1,5
Pranapanema -Tieté	2,50	8,3	-
Paraná	7,00	23,3	-
<u>Colombia</u>			
Bogotá	1,00	2,3	12,8
Cauca (hasta Bugo)	1,60	4,0	1,1
<u>Costa Rica</u>			
Reventazón	0,57	38,0	-
Grande Tarcoles	0,16	10,7	-
<u>Chile</u>			
Maule	1,55	7,4	6,6
Bfo Bfo	2,38	11,4	5,8
Maipo	0,61	2,9	19,7
<u>Ecuador</u>			
Mira	0,15	7,5	2,0
Esmeraldas	0,16	8,0	10,0
<u>El Salvador</u>			
Lempa	0,84	92,3	-
<u>Honduras</u>			
Yoyoa-Lindo	0,17	42,0	-
<u>México</u>			
Balsas	1,60	10,6	28,0
Lerma-Chapala-Santiago	1,83	12,2	11,0
Papaloapan	0,89	5,9	17,3

CONTINUACION CUADRO 20POTENCIAL HIDROELECTRICO ECONOMICO LATINOAMERICANO EN  
ALGUNAS CUENCAS SELECCIONADAS (25)

	Potencial Gw	Por ciento del total del país	Por ciento Aprovechado en 1959
<u>Nicaragua</u>			
Tuma-Matagalpa-Viejo	0,13 m	32,5	-
<u>Panamá</u>			
Chiriquí	0,20	22,2	3,0
<u>Paraguay</u>			
Acaray-Monday	0,35	11,3	-
<u>Perú</u>			
Santa	1,00	15,4	5,2
<u>Uruguay</u>			
Negro	0,49	40,8	26,1
<u>Venezuela</u>			
Caroni	1,40	87,5	0,9
<u>Surinam</u>			
Surinam	0,20	13,3	-

CUADRO 21

## RESERVAS DE FUERZA MOTRIZ HIDRAULICA EN AMERICA LATINA Y EN EL MUNDO (26)

	Potencial hidroeléctrico bruto		Potencial Económico (GW)	Energía anual generable (TWh)	Potencial actualmen- te insta- lado (GW)	Porcentaje ac- tualmente apro- vechado (%)
	Caudal Mínimo Ordinario (GW)	Caudal Medio (GW)				
1. Antillas	0,37	2,94	...	6*	0,021	-
2. Argentina	3,97	29,44	12,5	60,23	0,364	2,9
3. Bolivia	2,65	22,08	2,7	13,00	0,100	3,7
4. Brasil	16,46	176,64	30,0	144,54	4,236	14,1
5. Centroamérica	5,23	29,44	4,3	20,72	0,241	5,6
6. Colombia	3,97	73,60	40,0	192,72	0,505	1,3
7. Cuba	...	...	...	...	0,003	-
8. Chile	9,50	26,60	21,0	101,18	0,594	2,8
9. Ecuador	1,47	25,76	2,0	9,64	0,037	1,9
10. Guayanas	3,97	27,23	...	60*	-	0,0
11. México	6,26	33,12	15,0	72,27	1,620	10,8
12. Paraguay	2,06	7,36	3,1	14,94	-	0,0
13. Perú	4,71	40,48	6,5	31,32	0,550	8,5
14. Uruguay	0,29	2,21	1,2	5,78	0,236	19,7
15. Venezuela	4,42	36,80	16,0	77,09	0,387	2,4
16. América Latina	65,3	534	154,3	743-1000*	8,89/6,22**	5,7/3,0
17. Estados Unidos de Norteamérica	29,0	98	...	643***	30,10	22,4
18. Europa Occidental	29,8	103	...	573*	50,26	42,2
19. Europa Oriental y URSS	64,2	434	...	2.100	12,45	2,9
20. Otros Países desarro- llados	55,4	134	...	740*	29,90	19,5
21. Resto del Mundo	256,5	1.108	...	6.000*	9,11	0,7
22. Mundo	500,2	2.411	...	11.053*	138,04	6,0

\* Estimaciones Indirectas

... Se carece de información

\*\* Datos correspondientes a 1958 y 1962

\*\*\* Datos de "WPC Survey of Energy Resources 1963"

mundial. Las poblaciones rurales que viven próximas al bosque no le atribuyen valor alguno si no pueden sacar de él una renta directa y apreciable; suelen destruirlo en terrenos que no son idóneos para una explotación agropecuaria permanente; la fertilidad del suelo se pierde, entonces, y los terrenos terminan por abandonarse a la erosión; sin un desarrollo de las industrias forestales, por otra parte, difícilmente se motiva la explotación eficiente y sostenida del bosque; este aprovechamiento racional de la madera termina por destinar a los usos más nobles una parte cada vez mayor del crecimiento bruto de los bosques permanentes.

Todo el proceso previsible de utilización técnico-económica del bosque debe desarrollarse en varias direcciones: a) selección de los terrenos de vocación forestal; b) selección de las especies y árboles cuyo volumen en pie y calidad mejoren la capacidad productiva del bosque; c) protección de las reservas contra incendios, plagas e insectos destructores; d) ordenación de una extracción periódica que permita la renovación regular del bosque; y e) desarrollo de manufacturas que aprovechen toda la madera extraída, jerarquizando los empleos según su valor económico. Este desarrollo ha de conducir, presumiblemente a un empleo de la leña del bosque en cantidades cada vez menores, comprendidas con la máxima potencialidad que ofrece el crecimiento de los bosques actuales: en regiones poco exploradas, débilmente pobladas e insuficientemente industrializadas, como América Latina, debe suponerse que el área destinada a largo plazo a los bosques permanentes será mucho menos extensa que las superficies actualmente cubiertas de bosques, y que el empleo industrial de la madera será muy superior al actual.

En relación a las otras regiones del mundo, América Latina dispone de enormes reservas de productos forestales; el empleo que ahí se hace de la madera como leña es también muy elevado, sea que se le compare con el uso de otros combustibles, sea que se le compare con los otros empleos de la madera. Latinoamérica es la región que menos aprovecha su riqueza forestal y donde el desarrollo de forestales es más insuficiente. Por otra parte, el grado de conocimiento de los recursos forestales en esta región, menor que en otras, guarda relación con su bajo aprovechamiento.

La CEPAL ha previsto la demanda futura de productos forestales en América Latina, distinguiendo los usos industriales diversos del uso combustible; el resumen de sus conclusiones aparece en el Cuadro 22, en el que se han referido las cantidades absolutas al crecimiento bruto anual de los bosques actuales.

#### CUADRO 22

##### CONSUMOS DE PRODUCTOS FORESTALES EN AMERICA LATINA (27)

(Valor absoluto medido en millones de m<sup>3</sup> de madera rolliza anual, valor relativo al crecimiento bruto del bosque en %).

	1948-51	1956-59	1975	1985
Usos industriales	33 (1,8%)	43 (2,4%)	76 (4,4%)	119 (6,6%)
Leña	172 (9,5%)	178 (10,0%)	203 (11,3%)	207 (11,5%)
Total	205 (11,3%)	221 (12,4%)	282 (15,7%)	326 (18,1%)

El 80% de los productos del bosque actualmente se emplean en combustibles; en un cuarto de siglo se prevé un aumento de sólo 15% del consumo de leña y la triplicación del consumo industrial; este desarrollo elevaría el aprovechamiento de lo producido anualmente en el bosque, de un 12% a un 18%, en 25 años.

No existen controles de larga duración que permitan apreciar cómo ha evolucionado la extensión territorial cubierta de bosques, ni se han hecho estudios sobre las áreas de vocación forestal permanente; estos datos, además de previsiones a largo plazo de las futuras explotaciones del bosque (desarrollo de accesos) y de los futuros desarrollos industriales, permitirían avaluar un saldo disponible para leña. En ausencia de mayor información, se ha calculado una potencialidad teórica de las áreas forestales actuales, en tanto proveedoras de combustibles; a este fin, se ha supuesto que se podría, con adecuados accesos, aprovechar en leña, como máximo, el 40% del crecimiento bruto anual del área forestal actual, abstrayendo de los usos industriales que indudablemente tienen prioridad económica. Los recursos así calculados se prestan para hacer comparaciones interregionales; su apreciación relativa a los demás combustibles es de un valor más restringido, pues el flete de la leña, dado su poder calorífico bajo, la hace poco competitiva en regiones apartadas del bosque.

En relación a los recursos forestales, el territorio Latinoamericano, puede subdividirse en siete zonas, como se ilustra en el Mapa 7(28):

a) Zonas de las selvas perennes húmedas o lluviosas tropicales, (450 millones de Há) que cubre un 44% del área forestal con especies muy numerosas y variadas: cuencas de Amazonas, el Orinoco y los tributarios del Rfo de la Plata, y algunos faldeos cordilleranos de México, América Central y Norte de Sud América (volumen de madera en pie 200-300 m<sup>3</sup>/Há, tasa de crecimiento 3-5 m<sup>3</sup>/Há/año).

b) Zonas de los bosques húmedos de hoja caduca (85 millones de Há) que cubre un 8% del área forestal, en los suelos que han recibido la mayor presión demográfica, con bosques más uniformes y variedades más valiosas: vertientes occidentales del sur de México y América Central, Norte de Colombia y Venezuela y vertientes orientales de los Andes hasta el Norte de Argentina; (volumen de madera en pie de 200-300 m<sup>3</sup>/Há, tasa de crecimiento 3-5 m<sup>3</sup>/Há/año).

c) Zonas de los bosques de hoja caduca y sabanas de clima seco (400 millones de Há) que cubre un 39% del área forestal, regiones en desarrollo agropecuario, poco lluviosas; partes altas de México, América Central, Noreste y Centro del Brasil, y valles andinos de Bolivia, Perú y Norte de Chile, así como en el Chaco boliviano, paraguayo y argentino (volumen de madera en pie 20-50 m<sup>3</sup>/Há, tasa de crecimiento 0,5 m<sup>3</sup>/Há/año).

d) Zonas de bosques templados de maderas duras (16 millones de Há) cubren el 1 1/2% del área forestal, con especies de buen aprovechamiento industrial: Chile y Argentina (volumen de madera en pie 200-400 m<sup>3</sup>/Há, tasa de crecimiento 3-4 m<sup>3</sup>/Há/año).

e) Zonas con bosques de coníferas (20 millones de Há) cubren el 2% del área forestal con especies implantadas o autóctonas de buen aprovechamiento industrial: Zonas montañosas de México y Centroamérica, Brasil, Chile y Argentina.

f) Zonas con otros tipos de bosques (55 millones de Há) cubren el 5 1/2% del área forestal con palmeras, bambúes y manglares, que interesan por la provisión de ciertas materias primas especiales.

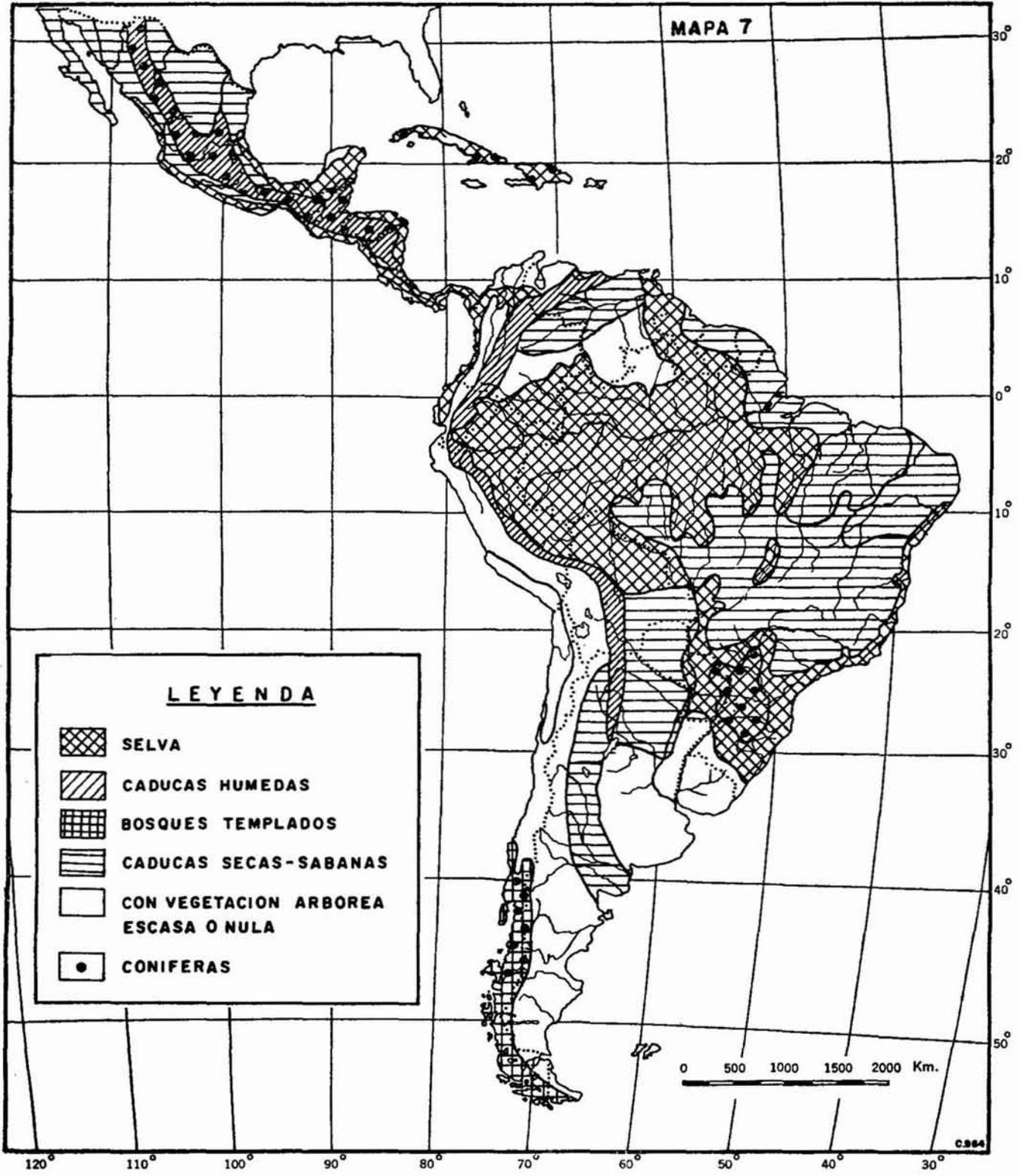
g) Zonas con bosques artificiales (2 millones de Há, que aumentan a razón de un décimo al año) con eucaliptus, pinos y álamos: sus mayores extensiones se encuentran en Brasil, Chile, Argentina y Uruguay (volumen en pie 200-300 m<sup>3</sup>/Há, tasa de crecimiento 10-15 m<sup>3</sup>/Há/año).

El 70% del volumen total en pie se encuentra, inaccesible y prácticamente intacto, en las zonas tropicales lluviosas; la mayor parte de los bosques en explotación se encuentran en zonas más densamente pobladas y desarrolladas, en donde el proceso de destrucción forestal, incidioso, remoto y poco visible, no atrae la atención pública, aunque afecta grandes extensiones.

En el Cuadro 23 se descompone la riqueza forestal por países y se compara los datos latinoamericanos con los de otras regiones: se señala ahí el área cubierta, el volumen en pie, el crecimiento bruto y una estimación de la capacidad potencial de producción anual de leña del bosque actual. Comparando los datos del Cuadro 23 puede concluirse que los recursos forestales de América Latina son abundantes: la mitad de su superficie está cubierta de bosques; sólo Europa Oriental y Unión Soviética tienen un territorio tan boscoso. De las tierras totales del globo, un tercio está cubierto de bosques; en Estados Unidos de Norteamérica el porcentaje de tierras boscosas es equivalente al promedio mundial; en Europa Occidental, Otros Países Desarrollados y Resto del Mundo el área forestal es más o menos un cuarto del territorio. En base a estimaciones hechas sobre la densidad y crecimiento de los bosques, suponiendo un rendimiento de 40% en su aprovechamiento potencial y abstrayendo de los usos más nobles de la madera (que constituyen el destino normal de este recurso) se ha avaluado la capacidad potencial del bosque, midiéndola por las toneladas anuales de carbón equivalente que podrían aprovecharse.

El crecimiento anual de todos los bosques del mundo podría suministrar una cantidad de leña vecina a los 800 millones de toneladas de carbón equivalente; en los años recientes el consumo mundial de leña ha sido más o menos de 180 millones de toneladas de equivalente carbón y el consumo mundial de carbones ha sido más o menos 2.200 millones de toneladas: aunque el aprovechamiento actual del crecimiento del bosque como combustible es pequeño, representa una cantidad potencial apreciable si se la compara con el empleo de combustibles sólidos fósiles: un tercio de estos consumos más o menos. En aquella cifra global de 800 millones de toneladas de carbón equivalente se incluye a América Latina con una cantidad potencial vecina a los 180 millones; el consumo actual de leña en la región (poco más de 40 millones de toneladas de carbón equivalente) proviene más de la destrucción o explotación indiscriminada del bosque que del crecimiento bruto aprovechable, y constituye el 80% del volumen aprovechado de la madera.

MAPA 7



**LEYENDA**

-  SELVA
-  CADUCAS HUMEDAS
-  BOSQUES TEMPLADOS
-  CADUCAS SECAS-SABANAS
-  CON VEGETACION ARBOREA ESCASA O NULA
-  CONIFERAS

0 500 1000 1500 2000 Km.

## CUADRO 23

## RESERVAS DE COMBUSTIBLES VEGETALES EN AMERICA LATINA Y EN EL MUNDO (29)

	Superficie forestal $10^6$ Ha	Volumen de madera en pie $10^6$ m <sup>3</sup>	Crecimiento bruto anual del bosque $10^6$ m <sup>3</sup>	Capacidad po- tencial de producción anual de leña $10^6$ m <sup>3</sup>
1. Antillas	5,4	607	14,5	6
2. Argentina	70,0	7.910	189,0	76
3. Bolivia	47,0	5.311	126,9	51
4. Brasil	561,7	63.467	516,5	207
5. Centroamérica	29,7	3.355	80,2	32
6. Colombia	69,4	7.842	187,4	75
7. Cuba	1,3	146	3,5	1,4
8. Chile	20,4	2.310	55,2	22
9. Ecuador	14,8	1.577	40,1	16
10. Guayanas	36,9	4.164	99,5	40
11. México	38,8	4.388	104,9	42
12. Paraguay	20,9	2.362	56,5	23
13. Perú	70,0	7.910	189,0	76
14. Uruguay	0,6	62	1,5	0,6
15. Venezuela	45,0	5.085	121,5	49
16. América Latina	1.032	116.596	1.786	717
17. Estados Unidos de Norteamérica	316	31.592	727	291
18. Europa Occidental	105	8.427	263	105
19. Europa Oriental y URSS	1.167	177.347	2.217	687
20. Otros países desarro- llados	499	48.932	1.148	459
21. Resto del Mundo	1.286	87.428	1.800	720
22. Mundo	4.405	470.322	7.941	3.179

Por consideración a esta disponibilidad potencial, las distintas regiones del mundo pueden clasificarse así:

- a) Regiones con recursos potenciales de leña abundantes:  
América Latina, Europa Oriental y Unión Soviética y Resto del Mundo;
- b) Regiones con recursos medios.  
Estados Unidos de Norteamérica y Otros países desarrollados;
- c) Regiones con recursos escasos:  
Europa Occidental.

La distribución de los recursos potenciales de leña, en países de extensión muy variables, apreciada según sus magnitudes absolutas, refleja bastante esta disparidad de extensión, aunque también depende del porcentaje del área cubierta por bosques y de la densidad y velocidad de crecimiento de los bosques. Una clasificación de los volúmenes potenciales disponibles de leña conduce a la siguiente ordenación:

- a) Países con recursos muy abundantes:  
Argentina, Brasil, Colombia y Perú;
- b) Países con recursos abundantes:  
Bolivia, Guayanas, México y Venezuela;
- c) Países con recursos moderados:  
Centroamérica, Chile, Ecuador y Paraguay;
- d) Países con recursos pequeños:  
Antillas, Cuba y Uruguay.

Puede observarse en el Cuadro 24, que presenta el resumen de los recursos renovables de energía en una medida equivalente, cierta correspondencia entre los recursos forestales e hidráulicos: la ordenación de los países conduce a una clasificación semejante; hay sin embargo algunas excepciones: tres países tienen recursos forestales más abundantes que sus recursos de fuerza motriz hidráulica (Argentina, Perú y Bolivia) y uno (Chile) tiene más abundantes recursos hidráulicos que forestales. Comparando en términos cuantitativos los recursos latinoamericanos de fuerza motriz e hidráulica con los recursos de leña, puede observarse que la energía generable anual de origen hidráulico estimada en un total de 1.000TWh puede considerarse equivalente a la energía térmica obtenida al quemar 350 Mton. de carbón equivalente, calor que el bosque latinoamericano podría proveer, considerando lo aprovechable de su crecimiento, en dos años.

CUADRO 24

RESERVAS RENOVABLES EN AMERICA LATINA Y EN EL MUNDO  
CAPACIDAD POTENCIAL DE PRODUCCION ANUAL EN Mtec (30)

	Combustibles vegetales	Fuerza Motriz hidráulica
1. Antillas	1,5	0,75 *
2. Argentina	18,9	7,53
3. Bolivia	12,7	1,63
4. Brasil	51,7	18,07
5. Centroamérica	8,0	2,59
6. Colombia	18,7	24,09
7. Cuba	0,4	...
8. Chile	5,5	12,65
9. Ecuador	4,0	1,21
10. Guayanas	10,0	7,50 *
11. México	10,5	9,03
12. Paraguay	5,7	1,87
13. Perú	18,9	3,92
14. Uruguay	0,2	0,72
15. Venezuela	12,2	9,64
16. América Latina	179	93 - 125 *
17. Estados Unidos de Norteamérica	73	80
18. Europa Occidental	26	71 *
19. Europa Oriental y URSS	222	263
20. Otros países desarrollados	115	93
21. Resto del Mundo	180	750
22. Mundo	795	1.382

\* Estimación indirecta

(...) Se carece de información

## 5. LA VALORACION RELATIVA DE LAS RESERVAS

5.1. La valoración de las reservas de energía en relación a la superficie territorial caracteriza mejor los atributos del suelo y del subsuelo. En el Cuadro 25 aparecen las cantidades de energía referidas a la extensión de los países y regiones, como densidades superficiales medias de los recursos; han sido deducidas de las cifras ya descritas en los Cuadros 17, 18, 21 y 23.

5.1.1. La densidad superficial de los recursos (medidos) de hidrocarburos líquidos y gaseosos tiene un valor medio mundial de unas 600 toneladas de equivalente carbón por kilómetro cuadrado; la de América Latina es un poco menos de la mitad de esa densidad media; sólo Otros Países Desarrollados tienen una densidad menor que América Latina (un sexto del promedio); la densidad de Europa Oriental y Unión Soviética (si se consideran sólo las reservas medidas) es poco mayor que la latinoamericana; la densidad en Europa Occidental resulta algo superior a la del Resto del Mundo, vecina a las 800 ton. de equivalente carbón por Km<sup>2</sup>; la densidad en Estados Unidos de Norteamérica es la más elevada del mundo, del orden de 1.700 ton de equivalente carbón por Km<sup>2</sup>.

Al observar estas cifras, que miden las disponibilidades del territorio por unidad de superficie, se sugiere una valoración de los recursos, distinta a la obtenida ya, cuando se consideraron las magnitudes absolutas. Una ordenación de las seis regiones según este nuevo punto de vista, conduce a la siguiente jerarquización:

- a) Regiones con reservas por unidad de superficie muy abundantes:  
Estados Unidos de Norteamérica;
- b) Regiones con reservas por unidad de superficie abundantes:  
Europa Occidental y Resto del Mundo;
- c) Regiones con reservas por unidad de superficie moderadas:  
América Latina y Europa Oriental y URSS;
- d) Regiones con reservas por unidad de superficie pequeñas:  
Otros países desarrollados.

Los países latinoamericanos tienen tal disparidad de recursos en términos absolutos que sus diferencias en extensión no modifican substancialmente la ordenación jerárquica, si se refieren dichos recursos a la unidad de superficie: así, Venezuela queda con una densidad superficial de recursos elevadísima, de 4.600 ton. de equivalente carbón por Km<sup>2</sup>, es decir 6 veces mayor que el promedio latinoamericano; Antillas, por su pequeña extensión territorial debe considerarse moderadamente provista de recursos por unidad de superficie; a Chile, país de extensión media y con existencias relativamente grandes de gas natural, puede, por otras razones, aplicársele la misma calificación.

De este modo, una ordenación de los países latinoamericanos según la densidad superficial de los recursos de petróleo y gas natural conduce a la siguiente clasificación:

- a) Países con reservas por unidad de superficie muy abundantes:  
Venezuela;
- b) Países con reservas por unidad de superficie moderadas:  
Argentina, Antillas, Colombia, Chile y México;
- c) Países con reservas por unidad de superficie escasas:  
Bolivia, Brasil, Ecuador y Perú;
- d) Países carentes de reservas:  
Centroamérica, Cuba, Guayanas, Paraguay y Uruguay.

5.1.2. La densidad superficial promedio de los recursos totales (medidos, inferidos e indicados) de combustibles minerales sólidos es, en todo el mundo, más o menos 7 Kgs de equivalente carbón por metro cuadrado. América Latina es la región en que esta densidad es más baja; apenas excede los  $4 \frac{1}{2}$  Kgec/m<sup>2</sup>; Resto del Mundo y Otros Países Desarrollados alcanzan densidades de 19 y 13 kgec/m<sup>2</sup>, respectivamente; las áreas bien provistas, tienen densidades mucho mayores: Europa Oriental y URSS, 243, Estados Unidos de Norteamérica, 160 y Europa Occidental 130 kgec/m<sup>2</sup>. Como puede observarse, la pequeña extensión de Europa Occidental y la vasta extensión del Resto del Mundo le dan otra importancia relativa a su disponibilidad de recursos. Desde este punto de vista, la clasificación de las seis regiones es la siguiente:

- a) Regiones con reservas por unidad de superficie, muy abundantes:  
Europa Oriental y URSS;
- b) Regiones con reservas por unidad de superficie abundantes:  
Estados Unidos de Norteamérica y Europa Occidental;
- c) Regiones con reservas por unidad de superficie, moderadas:  
Otros países desarrollados y Resto del Mundo;
- d) Regiones con reservas por unidad de superficie, escasas:  
América Latina.

La densidad superficial de las reservas de carbón, lignito y turba es elevada sólo en dos países latinoamericanos: en Colombia, 35 Kgec/m<sup>2</sup> y en Chile, 25; México y Perú tienen densidades más bajas, 8 y 5 Kgec/m<sup>2</sup>, respectivamente; los demás países tienen escasas reservas o carecen de ellas.

Una clasificación de los países en consideración a esta densidad superficial de las reservas conduce al siguiente ordenamiento:

- a) Países con reservas por unidad de superficie, abundantes:  
Colombia y Chile;
- b) Países con reservas por unidad de superficie moderadas:  
México y Perú;

## CUADRO 25

RESERVAS DE ENERGIA POR UNIDAD DE SUPERFICIE TERRITORIAL EN  
AMERICA LATINA Y EN EL MUNDO (en unidades tec/Km<sup>2</sup>) (31)

	Combustibles líquidos y ga- seosos. (medidas)	Combustibles minerales soli- dos (totales)	Total combustibles minerales (Suma)	Combustibles vegetales. (potencial máximo neto anual).	Fuerza Mo- triz Hidráulica (potencial aprove- chable anual)
1. Antillas	1.062	-	1.062	13,27	6,64
2. Argentina	227	162	389	6,80	2,71
3. Bolivia	64	-	64	11,56	1,48
4. Brasil	20	250	270	6,07	2,12
5. Centroamérica	-	-	-	14,81	4,80
6. Colombia	185	35.149	35.334	16,43	21,17
7. Cuba	-	-	-	3,48	...
8. Chile	202	24.811	25.013	7,41	17,04
9. Ecuador	-	114	114	15,21	4,60
10. Guayanas	-	-	-	22,27	16,70
11. México	401	7.679	8.080	5,33	4,59
12. Paraguay	-	-	-	13,97	4,58
13. Perú	54	4.748	4.802	14,71	3,05
14. Uruguay	-	-	-	1,07	3,85
15. Venezuela	4.627	384	5.011	13,37	10,57
16. América Latina	293- 536	195- 4.047	488- 4.583	8,73	4,53-6,09
17. Estados Unidos de Norte- américa	1.707-16.645	8.963-142.979	10.670-159.624	7,79	8,54
18. Europa Occidental	815	72.786-129.821	73.601-130.636	7,06	19,28
19. Europa Oriental y URSS	338- 1.563	14.488-241.183	14.826-242.746	9,38	11,11
20. Otros países desarrolla- dos	102- 1.177	5.271- 11.769	5.373- 12.946	5,88	4,76
21. Resto del Mundo	787	102- 18.553	889- 19.340	3,08	12,83
22. Mundo	599- 2.040	5.973- 65.991	6.572- 68.031	5,88	10,22

(...) No hay información disponible.

- c) Países con reservas por unidad de superficie, escasas:  
Argentina, Brasil, Ecuador y Venezuela;
- d) Países carentes de reservas:  
Bolivia, Antillas, Centroamérica, Cuba, Guayanas, Paraguay y Uruguay.

5.1.3. La energía eléctrica generable con los recursos potenciales hidráulicos, distribuida en la extensión superficial del territorio, caracteriza la potencialidad del territorio y se puede medir por los Watts-hora que, en promedio, podría suministrar, en un año, un metro cuadrado del área regional. Esta densidad superficial del recurso hidráulico tiene un valor medio mundial vecino a los 80 whr/m<sup>2</sup>/año. América Latina se encuentra, junto con Otros Países Desarrollados, entre las zonas de densidad relativamente baja: en efecto sus recursos por unidad de superficie son, respectivamente, unos 50 y 40 Whr/m<sup>2</sup>/año. Estados Unidos de Norteamérica con 70 Whr/m<sup>2</sup>/año queda levemente bajo el promedio mundial y el Resto del Mundo, con 100 y Europa Oriental y URSS con 90 quedan por encima de dicho promedio. Europa Occidental tiene una densidad bastante más elevada, con unos 150 Whr/m<sup>2</sup>/año. Desde este punto de vista, la clasificación de las seis regiones conduce a la siguiente ordenación:

- a) Regiones con recursos hidráulicos por unidad de superficie muy abundantes:  
Europa Occidental;
- b) Regiones con recursos abundantes:  
Europa Oriental y URSS y Resto del Mundo;
- c) Regiones con recursos moderados:  
Estados Unidos de Norteamérica;
- d) Regiones con recursos escasos:  
América Latina y Otros Países desarrollados.

La gran extensión territorial de Brasil, Argentina, México e incluso Bolivia y la pequeña extensión de las Antillas y del Uruguay modifican la ordenación jerárquica de los países, si en vez de hacerse esta clasificación por consideración a las cantidades absolutas de los recursos se le hace por consideración a las cantidades relativas a la extensión superficial del territorio.

Ateniéndose a este segundo criterio, pueden agruparse así:

- a) Países con recursos hidráulicos por unidad de superficie muy abundantes:  
Colombia y Chile;
- b) Países con recursos abundantes:  
Guayanas y Venezuela;

- c) Países con recursos moderados:  
Argentina, Antillas, Centroamérica, Ecuador, México, Paraguay,  
Perú y Uruguay;
- d) Países con recursos pequeños:  
Bolivia, Brasil y Cuba.

5.1.4. El crecimiento anual del bosque podría proveer 5,7 toneladas de equivalente carbón por cada metro cuadrado, como promedio mundial: América Latina, con una densidad superficial del recurso de 8.7 tec/m<sup>2</sup>/año, se encuentra, junto con Europa Oriental y URSS, entre las regiones más provistas. La ordenación de las seis regiones, conforme a este criterio, permite clasificarlas así:

- a) Regiones con recursos potenciales de leña por unidad de superficie abundantes:  
Europa Oriental y URSS y América Latina;
- b) Regiones con recursos moderados:  
Estados Unidos de Norteamérica, Europa Occidental y Otros Países desarrollados;
- c) Regiones con recursos escasos:  
Resto del Mundo.

Una clasificación de los quince países latinoamericanos según este criterio los ordena del siguiente modo:

- a) Países con recursos potenciales de leña por unidad de superficie muy abundantes:  
Guayanas (22 tec/m<sup>2</sup>/año);
- b) Países con recursos abundantes:  
Antillas, Bolivia, Centroamérica, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú,  
y Venezuela (12 a 16 tec/m<sup>2</sup>/año);
- c) Países con recursos moderados:  
Argentina, Brasil, Cuba, Chile y México. (3 a 7 tec/m<sup>2</sup>/año);
- d) Países con recursos escasos:  
Uruguay (1 tec/m<sup>2</sup>/año).

5.2. La valoración de las reservas de energía en relación a la población que las posee caracteriza mejor las potencialidades de consumo de las sociedades. En el Cuadro 26 (que se elaboró en las mismas bases que el precedente) aparecen las cantidades de energía referidas a las poblaciones de los diversos países y regiones.

5.2.1. Si la totalidad de las reservas mundiales (medidas) de petróleo y gas natural se repartieran entre la población del planeta, a cada habitante le corresponderían aproximadamente 36 toneladas de equivalente petróleo. Una cifra parecida

les correspondería a los habitantes de América Latina, de Europa Oriental y la URSS y del Resto del Mundo, si se hiciera otro tanto con sus propios recursos. Estados Unidos de Norteamérica, en cambio, dispone de recursos más cuantiosos (11,3 tep/hab). Las regiones menos favorecidas son: Otros Países Desarrollados (con 1,9 tep/hab) y Europa Occidental (con 1,3 tep/hab). En resumen, al valorar las reservas, no por sus magnitudes absolutas, sino por la cantidad relativa a la población, se llega al siguiente ordenamiento:

- a) Regiones con reservas por habitante muy abundantes:  
Estados Unidos de Norteamérica;
- b) Regiones con reservas por habitante moderadas:  
América Latina, Europa Oriental y URSS y Resto del Mundo;
- c) Regiones con reservas por habitantes escasos:  
Europa Occidental y Otros Países Desarrollados.

Las reservas por habitante de petróleo y gas en Venezuela se elevan a 715 tep/hab; cinco países tienen reservas moderadas, que varían entre 19 y 39 tep/hab; cuatro países tienen reservas escasas, en cantidades inferiores a 9 tep/hab; cinco países carecen de reservas. La valoración de las reservas en relación a la población favorece a Bolivia, zona muy débilmente poblada y desmejora la posición relativa de las Antillas, zona muy densamente poblada. Clasificados los países según sus disponibilidades de petróleo y gas por habitante, se obtiene la siguiente ordenación:

- a) Países con reservas por habitante muy abundantes:  
Venezuela;
- b) Países con reservas por habitante moderadas:  
Argentina, Bolivia, Colombia, Chile y México;
- c) Países con reservas por habitante pequeñas:  
Antillas, Bolivia, Ecuador y Perú;
- d) Países carentes de reservas:  
Centroamérica, Cuba, Guayanas, Paraguay y Uruguay.

5.2.2. Los recursos totales (medidos, inferidos e indicados) de combustibles fósiles sólidos en el mundo entero, referidos a la población, alcanzan a 2,9 kilotoneladas de equivalente carbón por habitante. Entre las regiones con recursos escasos por habitante debe incluirse a América Latina, que tiene 0,4 Ktec/hab y sólo se compara al Resto del Mundo con 0,6 Ktec/hab. Europa Occidental y Otros Países Desarrollados, con recursos inferiores al promedio mundial, de 1,5 a 1,6 Ktec/hab, respectivamente, deben considerarse con recursos moderados. Estados Unidos de Norteamérica tiene recursos abundantes, 7 Ktec/hab, y Europa Oriental y URSS los tienen en mucha abundancia, 17 Ktec/hab.

## CUADRO 26

RESERVAS DE ENERGIA POR HABITANTE EN AMERICA LATINA Y EN EL  
MUNDO (en unidades tec/hab) (31)

	Combustibles líquidos y gaseosos  (medidas)	Combustibles minerales sólidos  (totales)	Total combustibles minerales  (suma)	Combustibles vegetales (potencial máximo neto anual)	Fuerza Motriz hidráulica (potencial aprovechable anual)
1. Antillas	10,04	-	10,04	0,126	0,063
2. Argentina	29,43	21,02	50,45	0,883	0,352
3. Bolivia	19,69	-	19,69	3,577	0,459
4. Brasil	2,29	28,74	31,03	0,698	0,244
5. Centroamérica	-	-	-	0,623	0,202
6. Colombia	14,12	2.708,19	2.722,31	1,266	1,631
7. Cuba	0,07	-	0,07	0,056	...
8. Chile	18,67	2.292,60	2.231,27	0,685	1,575
9. Ecuador	0,96	6,55	7,51	0,873	0,264
10. Guayanas	-	-	-	10,638	7,978
11. México	21,22	406,12	427,34	0,282	0,243
12. Paraguay	-	-	-	3,132	1,027
13. Perú	6,82	559,63	566,05	1,734	0,360
14. Uruguay	-	-	-	0,069	0,247
15. Venezuela	536,20	44,47	580,67	1,550	1,225
16. América Latina	27,3- 50,0	18- 377	45- 427	0,814	0,423-0,568
17. Estados Unidos de Norte- américa	84,7-825,3	444- 7.089	529- 7.915	0,386	0,423
18. Europa Occidental	9,6	853- 1.522	863- 1.532	0,083	0,226
19. Europa Oriental y URSS	23,5-108,8	1.009-16.794	1.032-16.903	0,653	0,774
20. Otros Países Desarrollados	14,0-160,8	720- 1.608	734- 1.769	0,804	0,650
21. Resto del Mundo	23,8	3- 562	27- 586	0,093	0,389
22. Mundo	25,8- 88,0	257- 2.847	283- 2.935	0,254	0,441

(...) No hay información disponible

Dos países latinoamericanos tienen recursos de carbón, lignito y turba por habitante abundantes: Colombia y Chile (con 27 y 23 Ktec/hab); dos países tienen recursos moderados: Perú y México (vecinos a 0,5 Ktec/hab); cuatro países tienen recursos escasos: Argentina, Brasil, Ecuador y Venezuela (con reservas comprendidas entre 7 y 14 tec/hab); se sabe que los siete restantes países carecen de reservas de carbones. La ordenación jerárquica precedente coincide con la clasificación de los recursos por unidad de superficie.

5.2.3. Las disponibilidades potenciales de fuerza motriz hidráulica por habitante en el mundo se han estimado aproximadamente en 3,5 MWh/hab/año. Europa Oriental y URSS tienen los recursos por habitante más abundantes, con 6,2 MWh/hab/año; América Latina y Otros Países Desarrollados son también ricos en recursos, pues disponen de 4,5 y 5,2 MWh/hab/año; los recursos de Estados Unidos de Norteamérica, 3,4 MWh/hab/año, y del Resto del Mundo, 3,1 MWh/hab/año, deben considerarse moderados; los recursos hidráulicos por habitante de Europa Occidental, de 1,8 MWh/hab/año, pueden considerarse relativamente escasos.

Entre los países latinoamericanos, las Guayanas tienen, en parte debido a su muy escasa población, una disponibilidad excepcional, 19 veces el promedio regional. Colombia y Chile tienen recursos muy elevados aproximadamente de 13 MWh/hab/año; también tiene abundantes recursos 8 a 10 MWh/hab/año, Paraguay y Venezuela; en orden descendente en cuanto a la disponibilidad de recursos se refiere, pueden mencionarse como países con recursos por habitante moderados (vecinos o poco inferiores al promedio regional) a Bolivia con 3,7, a Argentina y Perú con 2,9 a Brasil, Ecuador, México y Uruguay con 2,0 y a Centroamérica con 1,6 MWh/hab/año; entre los países con recursos escasos, no superiores a 0,5 MWh/hab/año, se cuenta el Caribe y Cuba.

5.2.4. El crecimiento anual de los bosques mundiales podría proveer más o menos, 1/5 de tonelada de carbón equivalente a cada habitante, si se repartiera uniformemente. Una distribución semejante en América Latina y Otros Países Desarrollados proveería a sus habitantes 0,8 tec/hab/año, de sus propios bosques; estas dos regiones son las más abundantemente favorecidas, si sus recursos se refieren a su población. Algo menos favorecidos se encuentran Europa Oriental y URSS, con más o menos 2/3 tec/hab/año; poco superiores al promedio mundial son los recursos de Estados Unidos, con 1/3 tec/hab/año. Europa Occidental y Resto del Mundo, tienen escasos recursos por habitantes, algo inferiores a 1/10 tec/hab/año.

Una clasificación de los países latinoamericanos según sus reservas potenciales de leña por habitante permite ordenarlos del siguiente modo:

- a) Recursos muy abundantes (3 a 10 tec/hab/año):  
Guayanas, Paraguay y Bolivia;
- b) Recursos abundantes (1 a 1 1/2 tec/hab/año):  
Perú, Venezuela, Colombia, Ecuador y Argentina;
- c) Recursos moderados (alrededor de 3/4 tec/hab/año):  
Brasil, Chile y Centroamérica;

- d) Recursos pequeños (1/3 a 1/20 de tec/hab/año):  
México, Uruguay, Cuba y Antillas.

5.3. Los Cuadros 27a y 27b caracterizan los plazos de agotamiento de las reservas de combustibles fósiles y los plazos en alcanzar las capacidades máximas potenciales de la leña y la fuerza motriz hidráulica, en relación a los niveles de consumo y a sus ritmos de crecimiento.

5.3.1. Una apreciación de las reservas en relación al consumo mide la significación de la disponibilidad en las condiciones de empleo vigente. Esta apreciación puede hacerse por una simple comparación de los volúmenes de combustibles existentes en un territorio con los niveles que ha alcanzado en los años recientes el consumo anual de esos combustibles entre los pobladores del territorio: tal apreciación abstrae la evolución previsible de dicho consumo. Si se considera también este último aspecto, las reservas agotables quedan medidas por su plazo de agotamiento, el que a su vez dependerá del nivel actual del consumo y de la velocidad de crecimiento de dicho consumo. Al clasificar las diversas regiones se hacen coincidentes ambos criterios si se supone una tasa común de crecimiento del consumo: como este último dato es variable y de difícil extrapolación temporal, parece ventajoso y más sencillo admitir tal suposición; por otra parte, la cifra de ponderación de las reservas se hace más significativa si se mide en plazo (años) de su agotamiento. A este fin se supuso, uniformemente en todas las regiones, una recuperación económica de 35% de los yacimientos y una tasa de crecimiento del consumo de 7% acumulativo anual, para los hidrocarburos líquidos y gaseosos. Mayor significación tienen las cifras así obtenidas si se las usa para hacer comparaciones, que si se les atribuye un valor absoluto.

Las reservas totales medidas de petróleo en el mundo se agotarían en un plazo vecino a 10 años, al crecimiento supuesto de los consumos actuales de toda la población del mundo. Si además de considerarse las reservas medidas se incluyen también las reservas inferidas e indicadas, dicho plazo puede duplicarse. Las perspectivas de consumo futuro dependen pues del descubrimiento de nuevas reservas que la exploración futura pueda revelar. Tomada esta cifra como patrón de referencia, si se trata de apreciar las reservas en relación a los consumos, abstrayendo del comercio interregional de combustibles, se puede constatar que América Latina tiene un plazo de agotamiento igual al del promedio mundial; sólo Europa Oriental y URSS, tiene un plazo parecido, de 7 años, siendo los de las demás regiones, todas ellas importadoras de petróleo crudo, mucho más bajos. Hace una excepción destacada la región que hemos denominado Resto del Mundo, exportadora de petróleo y débil consumidora, cuyo plazo de agotamiento sería de 40 años. Estados Unidos de Norteamérica y Otros Países Desarrollados agotarían sus propias reservas en plazos de 3 y 2 años respectivamente (si se consideran reservas medidas, inferidas e indicadas este plazo se eleva a 23 y 15 años), Europa Occidental, que carece de recursos y tiene fuertes consumos, no podría abastecerlos ni siquiera durante un año. La indicación de estas cifras pone de relieve la importancia del comercio internacional de hidrocarburos.

Al incluir también el gas entre las reservas medidas, los plazos antes mencionados no cambian mucho, mejorándose, sin embargo, apreciablemente en el

caso de Europa Occidental (casi 3 años) y levemente en el caso de Estados Unidos de Norteamérica y Otros Países Desarrollados (alrededor de 4 años).

Estas consideraciones permiten calificar la disponibilidad de recursos con otro criterio: desde este nuevo punto de vista la comparación de las seis regiones las ordena así:

- a) Regiones con reservas de hidrocarburos líquidos y gaseosos muy abundantes en relación a sus consumos:  
Resto del Mundo;
- b) Regiones con reservas moderadas en relación al consumo:  
América Latina y Europa Oriental y URSS;
- c) Regiones con reservas escasas en relación al consumo:  
Estados Unidos de Norteamérica, Otros Países Desarrollados y Europa Occidental.

Entre los países latinoamericanos, la valoración de sus reservas de hidrocarburos en relación al consumo conduce a una ordenación semejante a la ya establecida según las cantidades disponibles por habitante; hacen una excepción los casos de Bolivia y Colombia, que a niveles de consumo relativamente bajos, pueden esperar una mayor duración de las reservas al ritmo de agotamiento actual, y que, desde este nuevo punto de vista, deben considerarse abundantemente provistos.

A continuación se sugiere una ordenación de los países latinoamericanos según los plazos de agotamientos de los hidrocarburos líquidos y gaseosos:

- a) Países con recursos muy abundantes:  
Venezuela (plazo de agotamiento 25 años);
- b) Países con recursos abundantes:  
Bolivia y Colombia (plazos comprendidos entre 10 y 20 años);
- c) Países con recursos moderados:  
Argentina, Chile y México, (plazos de 7 años)
- d) Países con recursos pequeños:  
Antillas, Brasil, Ecuador y Perú, (plazos comprendidos entre 2 y 5 años);
- e) Países carentes de recursos:  
Centroamérica, Cuba, Guayanas, Paraguay y Uruguay.

CUADRO 27a

PLAZO DE AGOTAMIENTO DE LAS RESERVAS DE ENERGIA AGOTABLE  
EN AMERICA LATINA Y EN EL MUNDO (años) (32)

	Petróleo (medidas)	Petróleo y Gas (medidas)	Carbón (medidas)	Carbón, Lignito y Turba (totales)
1. Antillas	4,5	4,8	0,0	0,0
2. Argentina	5,0	7,1	49,5	53,1
3. Bolivia	21,5	21,5	0,0	0,0
4. Brasil	2,4	2,5	27,2	56,4
5. Centroamérica	0,0	0,0	0,0	0,0
6. Colombia	10,7	10,0	0,0	116,2
7. Cuba	0,0	0,0	0,0	0,0
8. Chile	3,0	7,4	17,5	65,7
9. Ecuador	2,0	2,0	0,0	0,0
10. Guayanas	0,0	0,0	0,0	0,0
11. México	6,3	6,8	0,0	115,8
12. Paraguay	0,0	0,0	0,0	0,0
13. Perú	5,5	5,4	0,0	73,5
14. Uruguay	0,0	0,0	0,0	0,0
15. Venezuela	24,8	24,7	40,0	39,6
	(medidas-totales)	(medidas-totales)	(medidas)	(medidas-totales)
16. América Latina	9,9-15,3	10,6-15,7	22,1	46,3-104,9
17. Estados Unidos de Norteamérica	3,2-22,9	4,3- 6,4	35,7	38,3- 90,7
18. Europa Occidental	0,3- 0,4	2,9	47,5	52,4- 63,3
19. Europa Oriental y URSS	6,9- 7,6	6,7-19,0	44,1	52,1-106,9
20. Otros países desa- rrollados	2,3-14,7	3,7-21,7	50,7	57,6- 73,1
21. Resto del Mundo	40,0	34,8	4,5	5,6- 81,1
22. Mundo	9,7-18,9	9,2-20,1	40,2	46,3- 92,4

CUADRO 27b  
 PLAZO DE AGOTAMIENTO DE LAS RESERVAS DE ENERGIA AGOTABLE Y PLAZO EN ALCANZAR LA MAXIMA CAPACIDAD POTENCIAL DE LAS RESERVAS DE ENERGIA RENOVABLE EN AMERICA LATINA Y EN EL MUNDO (años) (32)

	Combustibles minerales (totales)	Combustibles vegetales (potencial máximo neto (anual))	Fuerza Motriz hidráulica (potencial aprovechable anual)
1. Antillas	6,7	0,0	45,3*
2. Argentina	14,5	68,0	49,8
3. Bolivia	30,0	82,8	43,6
4. Brasil	23,9	27,8	24,0
5. Centroamérica	0,0	23,1	36,5
6. Colombia	96,4	40,8	52,9
7. Cuba	0,0	0,0	(...)
8. Chile	83,2	62,4	42,6
9. Ecuador	14,0	68,5	46,2
10. Guayanas	0,0	193,6	94,0*
11. México	51,1	107,3	31,3
12. Paraguay	0,0	95,0	59,8
13. Perú	14,5	96,9	33,9
14. Uruguay	0,0	0,0	26,0
15. Venezuela	35,8	78,4	59,9
	(medidas-totales)		
16. América Latina	19,9 -56,5	47,8	36,5-40,3*
17. Estados Unidos de Norteamérica	19,5 -64,8	66,3	16,7
18. Europa Occidental	43,6 -54,0	11,2	10,9
19. Europa Oriental y URSS	45,3 -99,2	66,7	40,3
20. Otros países desarrollados	44,6 -61,0	93,2	17,9
21. Resto del mundo	23,3 -77,8	29,2	58,4
22. Mundo	35,8 -79,3	48,6	33,4

(...) No hay información disponible (\*) Estimación indirecta

5.3.2. Para valorar las reservas de combustibles minerales sólidos se ha supuesto, uniformemente en todas las regiones, una recuperación económica de 50% de los yacimientos y una tasa de crecimiento a largo plazo de los consumos de 5% acumulativo anual y calculado así el plazo en años de agotamiento de las reservas de carbón, lignito y turba. Estas hipótesis le asignan a las conclusiones un valor relativo y han sido establecidas para los fines de hacer comparaciones. Las apreciaciones se refieren a las reservas medidas, inferidas e indicadas; permiten referir las reservas a los niveles actuales y tendencias medias del consumo y abstraen del comercio interregional de combustibles.

Las reservas medidas totales de carbón en el mundo se agotarían en un plazo de 40 años, al crecimiento supuesto de los consumos actuales de la población total del mundo. Este tipo de reservas en América Latina se agotarían en 22 años y en las regiones subdesarrolladas, denominadas Resto del Mundo, en muy breve plazo; en las regiones desarrolladas el plazo de agotamiento de dichos recursos está comprendido entre 36 y 48 años.

Si se incluyen carbones, lignito y turbas y se refieren las reservas medidas, inferidas e indicadas a los consumos totales de combustibles minerales sólidos, se puede estimar en 92 años el plazo de agotamiento de las existencias mundiales de estos recursos.

Los plazos de duración de los combustibles fósiles sólidos son, como puede observarse, mucho mayores que los correspondientes plazos de los combustibles fósiles líquidos; por otra parte, los aumentos al correr de los años de las reservas identificadas, por mejor prospección de los recursos, han sido más acentuados en el caso de los hidrocarburos que en el de los carbones, por lo que puede esperarse que tal diferencia tienda a disminuir.

Si se clasifican las disponibilidades de recursos de las seis regiones del mundo, apreciándolas desde este último punto de vista y considerando todos los carbones, pueden ordenarse del siguiente modo:

- a) Regiones con recursos muy abundantes:  
Europa Oriental y URSS y América Latina (plazos de agotamiento de 107 a 105 años, respectivamente);
- b) Regiones con recursos abundantes:  
Estados Unidos de Norteamérica y Europa Occidental (plazos de agotamiento de 91 y 81 años);
- c) Regiones con recursos moderados:  
Otros Países desarrollados y Resto del Mundo, (plazos de agotamiento de 73 y 63 años).

La valoración de las reservas en relación al consumo conduce a una ordenación jerárquica de los países latinoamericanos que difiere poco de la ya establecida según las cantidades disponibles por habitante; hacen excepción: Chile, que tiene consumos relativamente elevados, y México, que tiene consumos bajos. La ordenación de los países según los plazos de agotamiento de las reservas totales de carbón, lignito y turba permite clasificarlos del siguiente modo:

- a) Países con recursos abundantes:  
Colombia y México (plazos vecinos a los 115 años);
- b) Países con recursos moderados:  
Perú y Chile (plazos comprendidos entre 65 y 75 años);
- c) Países con recursos escasos:  
Brasil, Argentina y Venezuela (plazos comprendidos entre 40 y 55 años);
- d) Países con recursos ínfimos o nulos:  
Antillas, Bolivia, Centroamérica, Cuba, Ecuador, Guayanas, Paraguay y Venezuela.

5.3.3. Al valorar los recursos potenciales de fuerza motriz hidráulica en relación a su empleo actual y necesidades futuras, se ha comparado la energía eléctrica económicamente generable con dichos recursos potenciales y los consumos actuales de energía hidroeléctrica; se ha supuesto también que estos consumos crecerían uniformemente a una tasa de 8% acumulativo anual, que corresponde al crecimiento medio de los consumos eléctricos totales en las regiones de expansión dinámica; en esta hipótesis, se ha calculado el plazo en años que tardaría el consumo creciente de hidroeléctricidad, en alcanzar sus niveles potenciales máximos.

Los recursos totales mundiales de fuerza motriz hidráulica se aprovecharían al máximo tras un plazo de 33 años de crecimiento uniforme y continuado del consumo eléctrico, en las condiciones ya mencionadas. Si se considera la capacidad de las diversas regiones del mundo para proveer sus necesidades eléctricas con recursos hidráulicos, puede constatarse que dicho plazo varía apreciablemente al compararlas entre sí; clasificadas a este respecto, pueden agruparse del siguiente modo:

- a) Regiones con recursos hidroeléctricos muy abundantes:  
Resto del Mundo, (plazo en alcanzar la capacidad máxima: 58 años);
- b) Regiones con recursos abundantes:  
América Latina y Europa Oriental y URSS, (plazo en alcanzar la capacidad máxima: 40 años);
- c) Regiones con recursos moderados:  
Otros Países Desarrollados y Estados Unidos de Norteamérica (plazo en alcanzar la capacidad máxima: 17 años);
- d) Regiones con recursos escasos:  
Europa Occidental, (plazo en alcanzar la capacidad máxima: 11 años).

Una clasificación de los países latinoamericanos según la tardanza de los consumos en alcanzar la máxima capacidad de los recursos hidroeléctricos, basada en los mismos criterios que se aplicaron a las regiones del mundo, conduce al siguiente agrupamiento:

- a) Países con recursos hidroeléctricos muy abundantes:  
Guayanas, Venezuela y Perú (plazos comprendidos entre 60 y 94 años);
- b) Países con recursos abundantes:  
Colombia, Argentina, Ecuador, Antillas, Bolivia y Chile (plazos comprendidos entre 43 y 53 años);
- c) Países con recursos moderados:  
Centroamérica, Perú, México, Uruguay y Brasil: (plazos comprendidos entre 24 y 37 años);
- d) Países con recursos escasos:  
Cuba.

5.3.4. Para apreciar los recursos potenciales del combustible originado en el crecimiento de los bosques, se ha calculado el plazo (en años) que tardaría el consumo actual de la leña en alcanzar un máximo potencial, si este creciera uniformemente en todas las regiones a una tasa de 3% acumulativo anual y si el 40% del crecimiento bruto del bosque se aprovechara en combustible. La cifra que así se obtiene es un simple indicador para fines de comparación y no vaticina ningún resultado futuro previsible.

En estas premisas, se puede estimar en 48 años el plazo en alcanzar las capacidades potenciales máximas, resultantes de comparar los recursos totales del mundo con los consumos totales. El mismo plazo resulta para América Latina considerada como un todo, cuya abundancia en recursos forestales se ve, desde este punto de vista, compensada por la elevada cuantía de sus consumos de leña. Una clasificación de las seis regiones del mundo en consideración al aprovechamiento de las potencialidades del bosque, conduce a la siguiente ordenación:

- a) Regiones con recursos forestales muy abundantes:  
Otros países desarrollados, (plazo en alcanzar la capacidad máxima, 93 años);
- b) Regiones con recursos abundantes:  
Estados Unidos y Europa Oriental y URSS, (plazo en alcanzar la capacidad máxima, 66 años);
- c) Regiones con recursos moderados:  
América Latina (plazo en alcanzar la capacidad máxima, 48 años);
- d) Regiones con recursos escasos:  
Resto del Mundo y Europa Occidental, (plazos de 29 y 11 años respectivamente).

Una clasificación de los países latinoamericanos de acuerdo a estos mismos criterios permite agruparlos según el aprovechamiento de las potencialidades del bosque en las siguientes clases:

- a) Países con recursos forestales muy abundantes:  
Guayanas (plazo en alcanzar la capacidad máxima, 194 años);
- b) Países con recursos abundantes:  
México Perú, Paraguay, Bolivia y Venezuela (plazos comprendidos entre 107 y 78 años);
- c) Países con recursos moderados:  
Ecuador, Argentina, Chile, Colombia, Brasil y Centroamérica, (plazos comprendidos entre 68 y 23 años);
- d) Países con recursos escasos:  
Antillas, Cuba y Uruguay.

## 6. ENSAYO DE CLASIFICACION REGIONAL POR CONSIDERACIONES A LA DISPONIBILIDAD DE ENERGIA

6.1. La evaluación de las reservas de energía en América Latina se refiere al grado de abundancia de los recursos disponibles: para calificar en términos de lo mucho y de lo poco a las existencias, se hace indispensable jerarquizarlas según criterios comparativos: en este sentido, la indicación de las magnitudes de los recursos debe complementarse con una valoración cualitativa de esa abundancia, apreciada necesariamente en forma relativa.

Por otra parte, ya se ha visto que los juicios comparativos dependen de un patrón de medida y que las reservas podemos cuantificarlas en su magnitud absoluta o referirlas a la extensión del territorio, a la población que allí habita o a los consumos que de ellas se hacen; cada uno de estos criterios de medida ilumina un aspecto del problema. Las diversas regiones, de extensión territorial, densidad de población e intensidad de consumos muy dispares, quedan, cuando se califican sus reservas, en diferentes situaciones, si estas son apreciadas con diferentes criterios de medida.

La dificultad de emitir juicios sintéticos que maticen el grado de abundancia de los recursos se complica más aún al considerarse la energía en las cuatro formas principales en que la naturaleza la ofrece como recursos primarios: ni los criterios de sustitución técnica y económica o de equivalencia de esas distintas formas son unívocos, ni existe indiscriminada sustituibilidad entre ellas: cada una de ellas, por el contrario, tiene cualidades específicas y ofrece ventajas diversas. Por eso al calificar la abundancia del equivalente total energético disponible se hace indispensable establecer diferencias específicas: en otras palabras, no hay modo de deducir una cifra abstracta que dé cuenta cabal del conjunto de los recursos.

No obstante estas dificultades, puede ensayarse un juicio sintético que considere los múltiples aspectos del problema: es lo que se ha intentado a continuación.

Comparando a América Latina con las restantes cinco grandes regiones en que se ha fraccionado la superficie terrestre mundial, pueden calificarse sus

recursos energéticos como moderados. Tres regiones, que representan en conjunto dos tercios del área y tres cuartos de la población del mundo, se ven más favorecidas en recursos naturales energéticos: Europa Oriental y URSS, Estados Unidos de Norteamérica y el Resto del Mundo (países subdesarrollados), tienen recursos relativamente abundantes. Dos regiones, con una superficie total parecida y una población total, el doble de la latinoamericana, se ven menos favorecidas en recursos energéticos: Otros Países Desarrollados y Europa Occidental tienen recursos relativamente escasos.

Aceptada esta tripartición de las grandes áreas del mundo, por consideración a sus recursos de energía, al ordenarlas en el rasgo decreciente de esos recursos, se pueden clasificar del siguiente modo:

a) Se han incluido en el primer grupo a las regiones que tienen dos de los tres principales recursos energéticos en abundancia y el tercero moderadamente: considerando los recursos en su magnitud absoluta y en su valor relativo a la superficie, a la población y al consumo, pueden caracterizarse las regiones pertenecientes al grupo favorecido en el siguiente orden:

- 1) Estados Unidos de Norteamérica :
  - Recursos de petróleo y gas, abundantes.
  - Recursos de carbón, abundantes.
  - Recursos de fuerza motriz hidráulica, relativamente moderados.
  - Recursos forestales, abundantes;
- 2) Europa Oriental y URSS:
  - Recursos de petróleo y gas, relativamente moderados.
  - Recursos de carbones, abundantes.
  - Recursos de fuerza motriz hidráulica, abundantes.
  - Recursos forestales, abundantes.
- 3) Resto del Mundo (países subdesarrollados):
  - Recursos de petróleo y gas, abundantes.
  - Recursos de carbones, relativamente moderados.
  - Recursos de fuerza motriz hidráulica abundantes.
  - Recursos forestales, relativamente moderados.

b) En el grupo intermedio se ha clasificado a América Latina, por tener dos de los tres principales recursos de energía en cantidad moderada y el tercero en abundancia: su caracterización en términos sintéticos, puede definirse del siguiente modo:

- 4) América Latina:
  - Recursos de petróleo y gas, moderados.
  - Recursos de carbones, moderados.
  - Recursos de fuerza motriz hidráulica, abundantes.
  - Recursos forestales, abundantes.

- c) En el último grupo han sido clasificadas las regiones que tienen dos de los tres principales recursos de energía en cantidad moderada y el tercero escaso: las dos regiones menos favorecidas se deberían ordenar, y sus atributos energéticos pueden definirse, del siguiente modo:
- 5) Otros Países desarrollados: Recursos de petróleo y Gas, deficientes.  
 Recursos de carbones, moderados.  
 Recursos de fuerza motriz hidráulica, moderados.  
 Recursos forestales, abundantes.
- 6) Europa Occidental: Recursos de petróleo y gas, deficientes.  
 Recursos de carbones, moderados.  
 Recursos de fuerza motriz hidráulica, moderados  
 Recursos forestales, deficientes.

Es innecesario insistir en el valor relativo de las calificaciones que anteceden y en la imprecisión que encierran las cifras medias y globales de grandes áreas no homogéneas.

6.2. La clasificación de las diversas regiones latinoamericanas permite caracterizar mejor el área continental definiendo la distribución de sus recursos naturales. Los quince países (naciones o agrupaciones de naciones) en que se ha fraccionado el territorio latinoamericano tienen recursos de energía muy diversos. Analizando la composición de estos recursos estos países pueden clasificarse en tres agrupaciones, enumeradas en orden decreciente de sus disponibilidades:

- a) Países con recursos variados y, en general, abundantes:
1. Colombia,
  2. Venezuela,
  3. Chile,
  4. México,
- b) Países con recursos de calidad variada y en cantidad moderada o escasa:
5. Perú,
  6. Argentina,
  7. Brasil,
  8. Ecuador,
- c) Países desprovistos de algunos recursos y provistos de otros recursos en cantidad moderada o escasa:
9. Bolivia,
  10. Antillas,
  11. Guayanas,
  12. Paraguay,
  13. Centroamérica,
  14. Uruguay,
  15. Cuba.

Esta triple clasificación encubre diferencias apreciables entre los países de un mismo grupo. Para definir mejor a cada grupo se le puede fraccionar en dos subclases: la ordenación queda entonces del siguiente modo:

a) Países con recursos relativamente abundantes:

a.1. Países que tienen uno de los combustibles minerales y los recursos hidráulicos y forestales en abundancia:

1. Colombia:       Petróleo y Gas, en cantidad moderada;  
                  Carbones, en abundancia;  
                  Fuerza motriz hidráulica, muy abundante;  
                  Recursos forestales, abundantes.

2. Venezuela:     Petróleo y Gas, muy abundante;  
                  Carbones, en cantidad pequeña;  
                  Fuerza Motriz hidráulica, abundante;  
                  Recursos forestales, abundantes.

a.2. Países que tienen abundancia de carbones y los combustibles vegetales en cantidad moderada:

3. Chile:         Petróleo y Gas, en cantidad pequeña;  
                  Carbones, en abundancia;  
                  Fuerza Motriz hidráulica, muy abundante;  
                  Recursos forestales, en cantidad moderada.

4. México:        Petróleo y Gas, en cantidad moderada;  
                  Carbones, en abundancia;  
                  Fuerza Motriz hidráulica, en cantidad moderada;  
                  Recursos forestales, en cantidad moderada.

b) Países con recursos moderados:

b.1. Países que tienen uno de los combustibles minerales en cantidad deficiente, los recursos hidráulicos, moderados y los forestales, abundantes:

5. Perú:         Petróleo y Gas, en cantidad pequeña;  
                  Carbones, en abundancia;  
                  Fuerza Motriz hidráulica, en cantidad moderada;  
                  Recursos forestales, abundantes.

6. Argentina:    Petróleo y Gas, en cantidad moderada;  
                  Carbones, en cantidad pequeña;  
                  Fuerza Motriz hidráulica, en cantidad moderada;  
                  Recursos forestales, abundantes.

b.2. Países que tienen deficiencia de petróleo y carbones y los recursos hidráulicos moderados:

7. Brasil:        Petróleo y Gas, en cantidad pequeña;  
                  Carbones, en cantidad pequeña;  
                  Fuerza motriz hidráulica, en cantidad moderada;  
                  Recursos forestales, abundantes.

8. Ecuador:      Petróleo y Gas, en cantidad pequeña;  
 Carbones, en cantidad pequeña;  
 Fuerza motriz hidráulica, en cantidad moderada;  
 Recursos forestales, en cantidad moderada.
- 3) Países con recursos deficientes:
- c.1. Países que carecen de carbones y que tienen recursos hidráulicos moderados:
9. Bolivia:      Petróleo y Gas, en abundancia;  
 Carbones, inexistentes;  
 Fuerza Motriz hidráulica, moderadamente;  
 Recursos forestales, abundantes.
10. Antillas:    Petróleo y Gas, en cantidad pequeña;  
 Carbones, inexistentes;  
 Fuerza motriz hidráulica, moderadamente;  
 Recursos forestales, moderadamente.
- c.2. Países que carecen de petróleo y carbones:
11. Guayanas:    Petróleo y Gas: ausentes;  
 Carbones: ausentes;  
 Fuerza motriz hidráulica: abundante;  
 Recursos forestales: muy abundantes.
12. Paraguay:    Petróleo y Gas: ausentes;  
 Carbones: ausentes;  
 Fuerza Motriz hidráulica, abundante;  
 Recursos forestales, abundantes.
13. Centroamérica:   Petróleo y Gas: ausentes;  
 Carbones: ausentes;  
 Fuerza Motriz hidráulica, en cantidad moderada;  
 Recursos forestales, en cantidad moderada.
14. Uruguay:     Petróleo y Gas, ausentes;  
 Carbones, ausentes;  
 Fuerza Motriz hidráulica, en cantidad moderada;  
 Recursos forestales, en cantidad pequeña.
15. Cuba:        Petróleo y Gas, en cantidad ínfima;  
 Carbones, inexistentes;  
 Fuerza motriz, hidráulica, en cantidad pequeña  
 Recursos forestales, pequeños.

7. ALGUNOS PROBLEMAS QUE SE PRESENTAN A LA EXPLORACION Y EXPLOTACION DE LOS RECURSOS LATINOAMERICANOS DE ENERGIA

7.1. Los ensayos precedentes de conocer y valorar los recursos han cobrado significado cuando se los refiere a las necesidades que ellos satisfacen; las consecuencias prácticas que puedan proyectarse, desde semejante apreciación, alcanzan también a los problemas surgidos al tratar de satisfacer dichas necesidades. Una exploración acabada de los recursos es indispensable para su explotación más ventajosa, pero, a su vez, ésta estimula y guía aquella exploración; conviene, entonces encarar conjuntamente a los problemas prácticos surgidos en ambas direcciones.

Que las necesidades de energía se encuentran insuficientemente satisfechas en América Latina, es un hecho de observación común, reflejado en los niveles de consumo relativamente bajos de esta región. El principal problema práctico relativo a la energía en América Latina constituye, pues, la necesidad de satisfacer la demanda de energía, para bienestar de la población y promoción del desarrollo económico.

En prolongados períodos y en numerosas zonas del continente la demanda de energía ha quedado insatisfecha. Racionamientos de la electricidad o de los combustibles y de los carburantes e insuficiente expansión de las redes distribuidoras, son el signo inequívoco de aquella insatisfacción, cuyos nocivos efectos económicos no han sido valorados. Considérese que en las zonas mejor provistas no más de dos tercios de los hogares disponen de alumbrado eléctrico y que vastas zonas rurales no tienen mayores recursos que la leña cogida en el monte.

Los antecedentes ya examinados sobre los consumos y los recursos de energía en América Latina señalan una vía de superación al problema de la insatisfacción de la demanda: en esta región del mundo si bien los niveles de consumo son bajos, las disponibilidades de recursos son relativamente abundantes. El aprovechamiento de los recursos naturales para satisfacer las necesidades sociales exige, no obstante, desplegar esfuerzos: en primer lugar, los recursos han de conocerse bien; en segundo lugar, las sociedades han de concentrar factores productores escasos para explotarlos. Los países que viven una etapa de desarrollo intermedio sufren gran penuria de recursos internos de inversión, de medios de pago sobre el exterior y de experiencia técnica y trabajo calificado: esta mayor dificultad para hacer converger los factores productores hace menos tolerable el desempleo y el derroche de los recursos naturales.

Los mayores plazos de duración de las reservas, en relación a los consumos, reflejan en América Latina el subempleo de recursos naturales, que deriva, en parte, de un deficiente conocimiento de sus posibilidades y, también, de una indebida valoración de los costos de su aprovechamiento; pero a veces, se han desarrollado en la región soluciones energéticas competitivas que duplican innecesariamente esfuerzos o se han dejado inactivos recursos internos accesibles que fueron substituidos desde el exterior. Es esta una meta principal que deberá orientar la política económica y técnica de los países latinoamericanos: propender al aprovechamiento más racional de los recursos de energía.

Para aprovechar mejor los recursos naturales deberá favorecerse la complementación de los empleos de la energía, según los costos de producción y rendimientos de uso, a través de una adecuada política de precios, lo que exige cierta coordinación general de las tres principales ramas productoras. También resultará ventajoso el intercambio regional de la energía, a través del desarrollo y perfeccionamiento de los medios de transporte de la electricidad, de los combustibles líquidos y de los combustibles sólidos, haciendo accesibles de este modo, recursos distantes de los centros de consumo y ampliando las redes de distribución, para ir abasteciendo también las zonas demográficas menos concentradas. Finalmente, la información disponible sobre rendimientos de producción y uso de la energía medidos en Latinoamérica, sugieren la necesidad de perfeccionar la eficiencia técnica y la economía de costos entre productores y usuarios. La consecución de estos tres propósitos convergentes -complementación de los usos, intercambio regional y mejora de la eficiencia- superaría graves deficiencias del abastecimiento y conduciría al aprovechamiento más racional de los recursos en América Latina.

7.2. El desarrollo de la capacidad productora de energía supone hacer las mejores inversiones, con la anticipación requerida, para satisfacer la demanda; esta se presentará exigiendo suministros crecientes, en cantidades bien precisas, según calidades específicas, en localidades particulares del territorio y con un régimen de variación horaria y estacional definido. Las costosas iniciativas de las empresas productoras que pretenden satisfacer la demanda de energía, sin derrochar esfuerzos, han de armonizarse con el desarrollo económico general de la nación. Un equipamiento tardío puede frenar ese desarrollo; un equipamiento anticipado o inadecuadamente instalado puede dejar ociosas pesadas inversiones. Aunque a veces ha ocurrido esto último en América Latina, con mucha frecuencia las prevenciones de la iniciativa empresarial y financiera han conducido a lo primero. Lo uno y lo otro puede ser evitado con una buena previsión de la demanda y con una planificación ajustada de las inversiones. Esta necesidad, que supone un conocimiento técnico y macro-económico de los consumos y de la producción, ha sido muy deficientemente atendida en Latinoamérica; la ausencia de una planificación previsora es, las más de las veces, responsable de las insatisfacciones de la demanda y constituye uno de los problemas prácticos más importantes en esta rama de la actividad económica.

Otras veces la insatisfacción de la demanda de energía en América Latina se ha debido a un financiamiento insuficiente; en algunos países que disponían de planes de inversión bien estudiados, su cumplimiento se vio rezagado por retrasos de financiamiento; de este modo, la capacidad de producción no quedó holgada, como para afrontar accidentes o interrupciones de suministro, y se llegó hasta racionar el abastecimiento; algunas decisiones técnicas fueron impuestas por la premura, en circunstancias que una provisión anticipada habría sugerido soluciones económicamente más ventajosas; las privaciones del suministro presumiblemente produjeron disminuciones del producto nacional mayores que los costos en las instalaciones oportunas que las habrían evitado. Problemas de esta especie sugieren la necesidad de favorecer una canalización de recursos financieros -en moneda nacional y en divisas- para la expansión oportuna de la industria de la energía.

Otro problema económico importante en la mayoría de los países latinoamericanos lo constituye la internación de combustibles, que tienen sustitutos nacionales insuficientemente explotados y, en algunos casos, que substituyen productos internos en explotación, dejando ociosas sus instalaciones. De este modo, se adquieren combustibles en el exterior, que sumados a las compras de equipo productor y usuario de la energía no fabricables en el país, tienen fuertes repercusiones en los desequilibrios crónicos de balanza de pagos de estos países. Semejante situación hace más apremiante la necesidad de explotar los recursos de energía del país.

7.3. Una parte apreciable de las deficiencias antes analizadas puede atribuirse a la ausencia de una política económica ajustada a la gestión mixta privada-estatal imperante en esta rama de la economía. Aquí se plantean una serie de opciones de alcance político, que sólo a una autoridad nacional competente le corresponde resolver, para hacer valer los intereses comunitarios y estimular la convergencia de propósitos.

En casi todos los países latinoamericanos se han instituido organismos públicos encargados de conducir la política nacional de energía; en casi todos ellos dicha política no aparece claramente definida y se plantean problemas organizativos importantes: es frecuente que esos organismos carezcan de verdaderas atribuciones que una equívoca ordenación jerárquica entre ellos impida el ascendiente público y la orientación definida de sus iniciativas.

La gestión productora misma está, de un modo o de otro, cumplida por empresas privadas o estatales; pero la función orientadora, impulsadora y reguladora que corresponde a los organismos públicos nacionales, en general, permanece más o menos incumplida. La planificación nacional a largo plazo de la producción de energía supone conocer las grandes metas del desarrollo económico del país, proyectar las necesidades sociales sobre un horizonte distante y evaluar, desde el punto de vista comunitario, los recursos disponibles: toda esta labor orientadora, sigue siendo una tarea pendiente de los organismos públicos superiores, en la mayoría de los países latinoamericanos.

En la medida en que los capitales privados han carecido de los cuantiosos recursos financieros requeridos para los aprovechamientos de la energía, le ha correspondido a los fondos fiscales promover el desarrollo de esta rama de la producción; y cuando el sector privado no ha interesado sus inversiones, la iniciativa promotora estatal ha debido organizar y regentar, además de financiar y asistir, a la gestión productora. Aunque en esta dirección se han cumplido iniciativas notables en la región, desde la segunda post-guerra, todavía subsisten muchos problemas insolutos.

La vigilancia técnica de la producción y uso de la energía, para preservación y mejor aprovechamiento de los recursos, y para garantizar al público la economía, eficiencia, seguridad, regularidad, calidad y uniformidad del suministro, ha sido preocupación frecuente de organismos gubernamentales responsables. La política de precios y de créditos, en cambio, no ha tenido igual atención; el mercado de la energía se presenta, no obstante fuertemente intervenido: al determinar la política tributaria, arancelaria y cambiaria general del estado y

fijar eventualmente los precios de los productos de la energía, los organismos supervisores de control se imponen la responsabilidad de garantizar la eficiencia económica y la justa retribución del servicio; los precios, a su vez, en cuanto condicionan las remuneraciones, tienen efectos sobre la formación de capital y el nivel del empleo. Por otra parte, al canalizar los gastos fiscales y los recursos crediticios, estos organismos disponen de medios eficaces para favorecer la ampliación de la capacidad productora. En el manejo de estos poderosos resortes económicos se observa frecuentemente confusión de propósitos e inconsecuencias.

No basta, sin embargo, que los organismos encargados de planificar, de promover y de controlar la producción y uso de la energía cumplan sus funciones propias; para diseñar y poner en vigencia una política energética eficaz es indispensable que las funciones asesoras sean armónicas y convergentes, lo cual supone una coordinación superior. Organizar esta coordinación, y definir aquella política constituye un problema no menos importante para la explotación racional de los recursos, que no han resuelto aún los países latinoamericanos.

7.4. Un aspecto principal de la función asesora general, que orienta impulsa y regula indirectamente a la producción, y de los servicios técnicos, que la asesoran directamente, se cumple a través de estudios e investigaciones técnicas y económicas. Los países latinoamericanos deben enfrentar, en este aspecto importantes problemas: el conocimiento de los recursos, de la producción y de los consumos es, en diversos grados en todos ellos, insuficiente para guiar una explotación eficiente y una política económica ajustada.

Las características del consumo mismo -usos técnicos y rendimientos, factores condicionantes del uso y preferencias del consumidor- son conocidas de modo incompleto o puramente estimativo, dificultándose por ello las previsiones de demanda, la normalización técnica del empleo y la evaluación de ciertas opciones.

Los costos de producción y los activos inmovilizados son insuficientemente conocidos, por lo que resulta difícil comparar las principales alternativas técnicas de producción, sobre todo cuando estas son provistas por fuentes primarias diversas o cuando manufacturan productos ligados de usos técnicos diversos. Si tampoco se conoce la rentabilidad de las inversiones y la incidencia del consumo de energía en el gasto de los usuarios, la fijación de precios de la electricidad y combustibles carece de fundamento sólido y puede resultar contraproducente.

Finalmente, la evaluación de los recursos de energía como se ha visto en la exposición precedente, requiere en América Latina una exploración completa del territorio y la investigación física, técnica y económica de los yacimientos de combustibles fósiles y de los sitios de aprovechamiento hidroeléctrico.

En casi todos los países latinoamericanos debe realizarse todavía un esfuerzo importante para mejorar la cartografía y poder disponer de planos a mayor escala, útiles a la investigación geológica e hidrométrica. Más insuficientes aún son los registros pluvio y fluviométricos; la instalación temprana de estaciones hidrométricas permitirá contar antes con registros útiles al aprovechamiento técnico de las aguas. Como se ha señalado ya, los planos geológicos detallados de la región son muy escasos y, la prospección del territorio latinoamericano,

reducida: en este sentido, deben desplegarse importantes esfuerzos. Complementariamente y en zonas seleccionadas, la prospección geológica se complementa con programas de sondajes y otras técnicas exploratorias propias para detectar los yacimientos de combustibles fósiles.

Puede concluirse que la investigación y registro en estas cuatro direcciones mencionadas constituye la tarea práctica más urgente para evaluar los recursos naturales y guiar la política energética de los países latinoamericanos. La compilación, clasificación y publicación de los registros por un organismo competente formará un verdadero inventario completo de recursos de energía, que sólo existe de modo muy imperfecto en la mayoría de los países de este continente. Una investigación de las características físicas y de la explotabilidad técnica de los recursos, permitirá finalmente la evaluación económica de las reservas de energía.

## 8. EL ESTUDIO DE LAS FUENTES DE ENERGIA "NO TRADICIONALES"

8.1. Debe incluirse entre los problemas prácticos que la exploración de recursos naturales de energía presenta, la necesidad de iniciar estudios sistemáticos sobre las fuentes "no tradicionales". El uso de estas fuentes se halla aún muy restringida y es dudoso que ellas jueguen algún papel de importancia en el futuro inmediato que interesa a los planes actuales de equipamiento de la industria de la energía. Es probable también, dado el nivel de desarrollo tecnológico, la disponibilidad abundante de recursos naturales tradicionales y la escasez de medios de pago en divisas de los países latinoamericanos, que su uso se restrinja por un periodo relativamente prolongado, a una complementación, en localidades especiales, en las fuentes tradicionales. Sin embargo, en el campo de la investigación de recursos y de técnicas y de la formación de especialistas, cuyos frutos tardan en madurar, conviene promover iniciativas anticipadas. Tampoco debe excluirse a breve plazo la utilización de nuevas técnicas en situaciones y regiones especiales de América Latina.

Encarando este problema en un horizonte más amplio, se hace evidente que tales fuentes no tradicionales jugarán un rol principal en los suministros del futuro; aunque la ocasión se presentará a América Latina después que a los Países Desarrollados, ello no excusa considerar desde ya este problema de la energía. En el Cuadro 28 (tomado de P.C. Putman, op. cit) se estima el uso de las fuentes no tradicionales como un 60% de los consumos totales equivalentes de energía en el mundo durante el transcurso del próximo siglo.

Actualmente los países de tecnologías más avanzadas concentran vigorosos esfuerzos de investigación para posibilitar, perfeccionar y abaratar las técnicas de explotación de las fuentes de energía no tradicionales; la difusión de los nuevos procedimientos depende esencialmente de la disminución paulatina de sus costos de instalación y operación; los resultados ya obtenidos en estas nuevas ramas de la tecnología y experiencias históricas similares ocurridas en otras ramas, hacen previsible disminuciones de costo que tarde o temprano terminarán por imponerlos y difundirlos, aún en los países en vías de desarrollo, que no explotan del todo sus recursos tradicionales.

La oportunidad de su aplicación dependerá también del proceso de encarecimiento de los recursos tradicionales, lo que presumiblemente debe ocurrir a medida que los mejores y más próximos yacimientos de combustibles y sitios de explotación hidroeléctrica vayan siendo aprovechados y los recursos menos ventajosos y más distantes deban explotarse para satisfacer la creciente demanda de energía.

CUADRO 28

DEMANDA ACUMULATIVA DE ENERGÍA PREVISIBLE EN EL PROXIMO SIGLO (1950-2050)  
(medida en Gtec) (a costos no superiores al doble de los de 1950) (33)

1.	Fuentes de energía renovable, máximo plausible :	320
	1.1. Leña	60
	1.2. Desechos vegetales	40
	1.3. Fuerza motriz del agua	20
	1.4. Fuerza motriz del viento	5
	1.5. Colectores de calor solar	190
	1.6. Otras fuentes	5
2.	Agotamiento de combustibles fósiles actualmente disponibles:	1.030
	2.1. Carbón	800
	2.2. Petróleo y Gas	190
	2.3. Esquistos y areniscas bituminosas	40
3.	Provisión de energía nuclear necesaria:	1.380
4.	Demanda acumulativa previsible	2.730

8.2. Cinco son las principales fuentes no tradicionales de energía renovable, que América Latina podría aprovechar:

a) La energía solar, es objeto principal de las investigaciones actuales; a través de superficies colectoras, convertidores o almacenadores, de manufactura relativamente sencilla, ha obtenido resultados prácticos halagadores en equipo de pequeña capacidad (especialmente, calor doméstico); los colectores de calor solar (permiten obtener temperaturas de rango muy amplio) se encuentran ya en notable adelanto técnico; el aprovechamiento eléctrico (baterías solares) y químico se haya en etapa experimental. Como el territorio latinoamericano en su mayor parte se haya comprendido entre los dos trópicos, dispone de extensas zonas expuestas a una intensa radiación solar, algunas de ellas a altitudes elevadas y con cielos constantemente despejados.

b) La energía geotérmica, aprovecha las gradientes de temperaturas entre capas superficiales y profundas de la superficie terrestre, en especial en zonas volcánicas, donde afloramientos naturales de vapor y agua caliente permiten un aprovechamiento económico. Este procedimiento, usado con éxito desde

hace ya muchos años (en Italia, Nueva Zelandia e Islandia) queda muy condicionado al descubrimiento de esos sitios especiales, que suelen darse en zonas apartadas de los centros de consumo. Se conocen algunos sitios de probable desarrollo geotérmico en América Latina (Antillas, Centroamérica, Colombia, Chile, México) pero en general, se ignoran sus posibilidades técnicas y costos de explotación.

c) La energía térmica del mar, que aprovecha diferencias de temperatura entre capas profundas y superficiales, tiene aplicaciones en sitios adecuados de las costas tropicales y hasta ahora ha permitido escasos aprovechamientos, de poca potencia.

d) La energía del viento, tradicionalmente aprovechada en molinos y veleiros, se usa difundida, para bombas de agua y generación de electricidad, en zonas rurales latinoamericanas; la variación irregular de la fuerza motriz aprovechable y la pequeña potencia de los equipos económicos, dificultan su utilización industrial.

e) La energía de las mareas, permite, en cambio, aprovechamientos de gran potencia, si la topografía de estuarios, fiordos y bahías es adecuada, en zonas con desniveles de mareas elevados; en estas circunstancias (como ha sido estudiado en Francia y Gran Bretaña) se pueden obtener costos comparables a los de Centrales hidroeléctricas comunes. En América Latina no se han estudiado los sitios favorables que puedan ofrecer sus extensos costos, aunque se sabe de algunas zonas apartadas que permitirían instalaciones muy grandes (sur de Argentina y Chile).

Tienen estos cinco recursos algunas características comunes:

a) Su aprovechamiento está muy condicionado por circunstancias geográficas particulares y los sitios adecuados se encuentran, las más de las veces, apartados de las concentraciones urbanas;

b) Dos de ellos hasta ahora sólo son aprovechables en pequeña escala y uno de ellos sólo resulta económico para instalaciones de gran tamaño;

c) La disponibilidad de la fuente primaria es variable en el tiempo y en algunos casos de modo irregular;

d) Las nuevas técnicas de uso resultan por ahora difíciles y poco difundidas y los costos de producción resultan aún elevados;

e) La obtención de calor de la irradiación solar, de la tierra o del mar puede usarse en aplicaciones directamente calóricas y puede proveer adicionalmente subproductos químicos y desalinizar agua; todos los recursos pueden utilizarse para general electricidad.

8.3. En tres direcciones principales se investigan nuevas técnicas, para mejor aprovechamiento de los recursos tradicionales de energía, que interesan a la industria de la energía latinoamericana.

a) La gasificación subterránea del carbón convierte en el yacimiento mismo el mineral sólido en un producto gaseoso de mejor poder calorífico y más fácil transporte; al eliminar faenas extractivas y mano de obra en la mina y aprovechar de manera uniforme las vetas, aún las de pequeño espesor, se beneficiarían de ventajas considerables; aunque en su etapa experimental ha dado resultados económicos (en Gran Bretaña) se encuentra todavía lejos de su empleo a la escala industrial; si se obtienen resultados económicos con estos medios, la situación de la industria carbonífera mejoraría substancialmente.

b) La destilación de los esquistos bituminosos permitiría el aprovechamiento de cuantiosos recursos hasta ahora no explotados; América Latina (en especial Brasil) disponen abundantemente de estos combustibles fósiles. El procedimiento se ensaya en varios países con éxito, aún cuando deben superarse problemas técnicos y económicos para incluir esta riqueza potencial entre los recursos explotables.

c) La carbonización y gasificación de la leña y residuos vegetales propende a mejorar los rendimientos en el aprovechamiento de recursos energéticos que hasta ahora son muy desperdiciados; en esta dirección se han logrado avances considerables que interesan a la economía energética latinoamericana, rica en combustibles vegetales.

8.4. Habiéndose superado ya los tropiezos técnicos que impedían darle aprovechamiento industrial a la energía nuclear, su difusión ahora depende de condiciones esencialmente económicas. El perfeccionamiento de las técnicas en los años recientes permite preveer, a muy breve plazo, costos competitivos de generación electronuclear. La introducción de este nuevo recurso de energía amplía substancialmente las reservas disponibles, confiere flexibilidad a las opciones de generación eléctrica, permite preservar combustibles fósiles para fines irremplazables como materia prima industrial y, presumiblemente influirá, a largo plazo, en el sentido de disminuir los costos de la energía. Se estima que las reservas de energía susceptibles de aprovechamiento mediante fusión, son aproximadamente unas 20 veces mayores que las de combustibles convencionales (34); si se perfeccionan las técnicas de aprovechamiento industrial de la fusión nuclear, puesto que los átomos livianos utilizables -como el hidrógeno- se encuentran en la naturaleza en forma ilimitada, la apreciación cuantitativa perdería significado. De todos modos y por rápidos que fueren los progresos de la energía nuclear, es evidente, que la transición hacia el predominio de esta nueva fuente de energía se hará progresivamente y sin eliminar totalmente a las fuentes tradicionales. Su participación en el mercado de la energía dependerá, en gran medida, de los precios relativos de las diversas formas de energía; en este sentido, el futuro se presenta favorable a la nueva forma, pues, mientras las formas tradicionales muestran tendencias al alza de sus costos, la energía nuclear está alcanzando costos que pueden considerarse ya competitivos y que, sin duda, se irán rebajando con las experiencias de diseños y uso.

Los tipos de reactores mejor desarrollados hasta ahora, que usan combustible nuclear enriquecido, tienen menores costos de explotación e instalación; pero deben ser provistos por plantas enriquecedoras de uranio, de costo elevado, y proveen ellos, a su vez, como subproducto de la generación electronuclear, plutonio, que tiene demanda para otras aplicaciones nucleares. Esta circunstancia

tiende a asignarle a los países desarrollados la función de proveedores del reactor y del combustible nuclear enriquecido y compradores del mineral de uranio, que necesitan las plantas enriquecedoras, y del plutonio, que se obtiene de los reactores; de este modo, los países en vías de desarrollo deberán importar el equipo y el combustible.

Ciertas características del costo de la generación electro nuclear son significativas: cada la inmensa concentración energética del combustible, su costo de transporte debe considerarse relativamente despreciable; por otra parte, como el subproducto de la generación tiene un valor elevado -de ordinario en los contratos de suministros se asegura su compra- el costo del combustible nuclear enriquecido es relativamente muy pequeño en comparación a los costos de capital de la instalación.

De aquí pueden desprenderse algunas conclusiones importantes que permiten juzgar acerca de las posibilidades de aplicación de esta nueva forma de energía en los países latinoamericanos:

a) las centrales nucleares se instalan ventajosamente en los centros mismos del consumo, ahorrándose transportes eléctricos, y funcionan con muy elevada seguridad de suministro;

b) debido a su diseño compacto y a la facilidad de transporte de su combustible, pueden montarse en lugares de difícil acceso;

c) su empleo difundido dependerá mucho de la disminución gradual del costo de la potencia instalada en reactor, con los progresos técnicos de diseño;

d) esta potencia instalada, por ahora substancialmente más cara que en las soluciones convencionales, tiene netas economías de escala;

e) los costos de la energía estarán muy condicionados por la duración estimada de las instalaciones -breve e incierta en la actual etapa de desarrollo tecnológico- y por su factor de aprovechamiento;

f) las centrales nucleares resultan ventajosas para atender fuertes consumos industriales concentrados y constantes.

En América Latina existen varias regiones donde las particularidades antedichas de la energía nuclear podrían otorgarle ventajas comparativas: centros importantes de consumo abastecidos desde fuentes naturales muy distantes, en especial, con combustibles de importación, donde el costo de la energía tradicional es ya elevado: la zona urbana del gran Buenos Aires, la zona industrial San Pablo-Río de Janeiro, las explotaciones mineras y metalúrgicas en zonas desérticas de Perú y Norte de Chile, algunos países centroamericanos o antillanos cuyas dotaciones de recursos naturales son muy exiguas. La mayoría de los países latinoamericanos han entrado en acuerdos bilaterales con Estados Unidos de Norteamérica para provisión de equipo y arrendamiento de combustibles, principalmente con fines de experimentación y formación de personal; algunos están prontos a ponerlos en uso.

En varios países latinoamericanos ha sido posible comprobar la existencia de minerales radiactivos, algunos de ellos, susceptibles de explotación comercial (Brasil, Argentina, Chile, Perú y México). En la mayoría se han creado instituciones nacionales encargadas con exclusividad de la prospección y explotación de estos recursos; se puede prever con el desarrollo ulterior de la exploración minera la posibilidad de crear una fuente adicional de divisas, a través de la exportación de mineral radioactivo.

## 9. INSTITUCIONES Y EMPRESAS QUE SE OCUPAN DE LA ENERGIA EN AMERICA LATINA

### 1. Argentina:

- Dirección Nacional de Energía y Combustibles (funciones de planificación, promoción y control).
- Yacimientos Petrolíferos Fiscales: Petrolera Argentina ESSO, S.A. Shell Cía. Argentina de Petróleos, S.A. (explotación, producción refinación, transporte y distribución de petróleo).
- Gas del Estado (transporte y distribución de gas natural y manufacturado).
- Mineral Carbonífero Río Turbio (extracción, transporte y distribución de carbón).
- Empresa Agua y Energía Eléctrica y otras empresas del sector privado, (generación, transmisión y distribución eléctrica).

### 2. Aruba y Curacao:

- Longo Oil and Transport Co. Ltd., Shell Curacao N.V. (exploración, producción, refinación y distribución de petróleo).

### 3. Bolivia:

- Corporación Boliviana de Fomento (funciones de promoción y planificación).
- Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (exploración, producción, refinación, transporte y distribución de petróleo).
- Empresas privadas eléctricas (Bolivian Power Co; Empresa de Luz y Fuerza Eléctrica Cochabamba, etc).

### 4. Brasil:

- Departamento de Aguas e Energía Eléctrica (Secretaría de Viacao e Obras Públicas) Sao Paulo.
- Comissao Estadual de Energia Eléctrica de Rio Grande do Sul. Porto Alegre. (funciones de planificación, promoción y control).
- Centrales Eléctricas Brasileiras S.A. (sociedad mixta para proyectar, construir y explotar servicios eléctricos, y "holding" de empresas federales y municipales).
- Centrales Eléctricas de Minas Gerais

- Usinas Eléctricas de Paranapanema S.A.
- Cía. Hidroeléctrica Rio Pardo
- Cía. Hidroeléctrica do Sao Francisco y otras (empresas federales estatales para generación y distribución eléctrica).
- Petróleo Brasileiro S.A.
- Manguentos S. A.; Uniao S.A.; Ipiranga S.A.; Cía de Petróleo de Amazonia. (exploración, producción, refinación, transporte y distribución de petróleo).
- Empresas privadas petroleras (distribución).
- Mineral Carbonífero Santa Catarina.

5. Colombia

- Instituto de Aprovechamiento de Aguas y Fomento Eléctrico (planificación y promoción eléctrica).
- Corporación Autónoma Regional del Cauca .
- Empresas Unidas de Energía Eléctrica, Bogotá.
- Cía. Colombiana de Electricidad, Barranquillos.
- Empresas Públicas de Medellín, (generación y distribución eléctrica).
- Empresa Colombiana de Petróleos.
- International Petroleum Ltd., Colombian Petroleum Co., Texas Petroleum Co. (exploración, producción, refinación, transporte de petróleo).
- Empresa Siderúrgica Nacional, (prospección carbonífera).

6. Costa Rica:

- Instituto Costarricense de Electricidad, (proyectar, construir y explotar servicios eléctricos)
- Cía. Nacional de Fuerza y Luz (generación y distribución eléctrica).
- Refcopet (refinación y distribución de petróleo).

7. Cuba:

- Empresa Consolidada de Electricidad (generación y distribución).
- Cía. Petrolera Shell de Cuba, Esso Standard Oil Co. S.A., The Texas Co. (refinación y distribución de petróleo).

8. Chile

- Corporación de Fomento de la Producción (planificación y promoción de la energía).
- Dirección de Servicios Eléctricos y Gas.

- Servicio de Minas del Estado (control técnico y económico de la Energía).
- Empresa Nacional de Electricidad, S.A. (proyectar, construir y explotar servicios eléctricos).
- Empresa Nacional del Petróleo (explorar, producir, refinar y transportar petróleo).
- Esso, Shell, Copec (empresas distribuidoras de petróleo).
- Cía. Carbonifera Ita-Schwager, (extracción, transporte y distribución de carbón).
- Algunas minas carboníferas menores, empresas distribuidoras de electricidad y empresas productoras y distribuidoras de gas.

9. Ecuador:

- Instituto Ecuatoriano de Electrificación (planificación y promoción de los servicios eléctricos).
- Empresa Eléctrica del Ecuador.
- Empresa Eléctrica de Quito (generación y distribución eléctrica).
- Anglo-Ecuadorian Oil Fields, Santiago Petroleum Co., Tennessee del Ecuador (exploración, producción, refinación y distribución del petróleo).

10. El Salvador:

- Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (proyecto, construcción y explotación de servicios eléctricos).

11. Guatemala:

- Instituto Nacional de Electrificación (planificación y promoción de los servicios eléctricos).
- Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. (generación y distribución eléctrica).
- Refinería de Petróleo de Guatemala.

12. Haití:

- Section d'Eclairage Public, Travaux Publics (planificación y control del servicio eléctrico).
- Valentine Petroleum and Chemical Co. (refinación y distribución de petróleo).
- Cfe. d'Eclairage Eléctrique (generación y distribución eléctrica).

13. Honduras:

- Empresa Nacional de Energía Eléctrica, Tegucigalpa.
- Cfa. Eléctrica San Pedro Sula (generación y distribución eléctrica)

14. Jamaica:

- Esso Standard Oil S.A. (refinación y distribución de petróleo)

15. México:

- Comisión Federal de Electricidad (proyectar, construir y explotar servicios eléctricos).
- Cfa. Mexicana de Luz y Fuerza Motriz S.A.
- Industrial Eléctrica Mexicana, S.A. de C.V. (generación y distribución eléctrica).
- Petróleos Mexicanos. (Exploración, producción, refinación y distribución del petróleo).
- Empresas Carboníferas.

16. Nicaragua:

- Comisión Nacional de Energía (planificación y promoción de la energía).
- Empresa Nacional de Luz y Fuerza. Managua (generación y distribución eléctrica).
- Esso Standard Oil S.A. (refinación y distribución de petróleo).

17. Panamá:

- Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (planificación y promoción de los servicios eléctricos).
- Cfa. Panamericana de Fuerza y Luz (generación y distribución eléctrica).
- Refinería Panamá, S.A. (refinación y distribución de petróleo).

18. Paraguay:

- Administración Nacional de Electricidad, (generación y distribución eléctrica)
- Cfa. Paraguaya, S.A. (refinación y distribución de petróleo).

19. Perú:

- Dirección de Industrias y Electricidad (planificación, promoción y control de los servicios eléctricos).

- Empresas Eléctricas Asociadas, Lima.
- Sociedad Eléctrica de Arequipa (generación y distribución eléctrica).
- Empresa Petrolera Fiscal; International Petroleum Co. Ltd; California S.A., (exploración, producción, refinación de petróleo).

20. República Dominicana

- Corporación Dominicana de Electricidad (planificación y promoción de los servicios eléctricos).
- Cfa. Refinadora de Petróleo de Santo Domingo, (refinación y distribución de petróleo)
- Cfa. de Electricidad Dominicana (generación y distribución eléctrica).

21. Surinam:

- Bureau Voor Waterkrachtwerken. Paramaribo (planificación y promoción de los servicios eléctricos).

22. Trinidad:

- Trinidad and Tobago Electricity Commission (planificación y promoción de servicios eléctricos).
- Shell Trinidad Ltd.; Texaco Trinidad Inc; Refinación y distribución de petróleo).

23. Uruguay:

- Administración General de las Usinas Eléctricas y de los Teléfonos del Estado, (generación y distribución eléctrica).
- Administración Nacional de Combustibles (refinación y distribución de petróleo).

24. Venezuela:

- Cfa. Anónima de Administración y Fomento Eléctrico.
- Cfa. Anónima de electricidad de Caracas.
- Comisión de Estudios y Electrificación del Caroní, (proyectar, construir y explotar servicios eléctricos).
- Corporación Venezolana del Petróleo.
- Creole Petroleum Corp.
- Venezuela Gulf, Ref. Co.
- Texas Petroleum Co.

- Mobil Oil Co. de Venezuela.
- Cía Shell de Venezuela.
- Phillips Petroleum Co. (exploración producción, refinación y distribución de petróleo).

10. NOTAS EXPLICATIVAS Y REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

(1) N.U. - CEPAL - La Energía en América Latina, 1956 (E/CN12/384) pág. 70.

(2) Unidades de medida de la Energía:

a) Definiciones:

- 1 Cal (caloría grande) = energía requerida para elevar la temperatura de 1 kg. de agua en 1° C.
- 1 KWh (kilo Watt hora) = 860 Cal = 1,34 HPh = 0,367 x 10<sup>6</sup> kgm.
- 1 Kgec (kilogramo equivalente carbón) = 7.500 Cal.
- 1 Kgep (kilogramo equivalente petróleo) = 10.000 Cal.

b) Símbolos y abreviaciones:

- 1 t (tonelada métrica) = 10<sup>3</sup> kg.
- 1 Kt (kilo tonelada) = 10<sup>3</sup> Kt
- 1 Mt (mega tonelada) = 10<sup>6</sup> Kt
- 1 Gt (giga tonelada) = 10<sup>9</sup> Gt.
- 1 Tt (teratoneladas) = 10<sup>12</sup> Tt.

c) Equivalencias calóricas de los productos energéticos (usadas en la contabilidad energética de las Naciones Unidas - "U.N. Statistics Papers, Series J. N° 7" - y poco diferentes de las usadas por P.C. Putnam "Energy in the Future"-en toneladas métricas de carbón equivalente, por cada tonelada métrica de combustibles sólidos y líquidos, por cada m<sup>3</sup> de leña, por cada 1.000 m<sup>3</sup> de combustibles gaseosos y por cada MWh.

Carbón bituminoso y antracita y briquetas de carbón	1,0
Coque de carbón bituminoso y antracita	0,9
Coque y briquetas de lignitos y coque bituminosos	0,67
Lignitos	0,6
Turba	0,5
Petróleo Crudo (densidad media 0,84 ton/m <sup>3</sup> )	1,33
Gasolina, Kerosene, petróleo Diesel y Petróleo combustible	1,50
Gas de refinería licuado a presión	1,67
Gas natural	1,33
Gas de coquería	0,60
Gas de refinería	1,75
Leña	0,25
Hidroelectricidad	0,125

- (3) Basado en: P.C. Putnam "Energy in the Future" Van Nostrand 1953 New York 1953, págs. 73,107 y 109
- (4) Estimación basada en la información estadística de CEPAL "La Energía en América Latina". op.cit.
- (5) Basado en: Putnam, op. cit. Págs. 93 y 106
- (6) Basado en: Putnam, op. cit. Pág. 89.
- (7) Fuente: CEPAL, "La Energía en América Latina" Pág. 70.
- (8) CEPAL, op. cit. págs. 66,70 y 73.
- (9) Previsión de la distribución futura de Putnam op.cit. pág 248.
- (10) Véase: CORFO (Chile) Plan de Energía y Combustibles; Santiago 1964.
- (11) Véase: más adelante Cuadro 15c.
- (12) CEPAL. op. cit. págs. 77, 79, 105 y 109.
- (13) Fuente: "The Oil and Gas Journal," 1963.
- (14) Fuente: ECLA (E/CN12/692) "Estudio de América Latina 1963" se carece de cifras acumulativas durante un periodo prolongado y no se obtuvieron datos comparables para las demás regiones del mundo.
- (15) Fuente: ECLA (St/Corf 7/1.30) "Los recursos hidroeléctricos en América Latina".
- (16) a) Composición de las agrupaciones regionales:
- El fraccionamiento regional de América Latina corresponde a las unidades políticas nacionales, excepto las siguientes tres agrupaciones:
1. Antillas (excluida Cuba y Puerto Rico)
    - 1.1. Haití
    - 1.2. Jamaica
    - 1.3. R. Dominicana
    - 1.4. Trinidad y Tobago
    - 1.5. Aruba y Curacao
    - 1.6. Otras islas menores.
  5. Centroamérica:
    - 5.1. Belice (Honduras Británica)
    - 5.2. Costa Rica
    - 5.3. Guatemala
    - 5.4. Honduras
    - 5.5. Nicaragua
    - 5.6. Panamá (incluida Zona Canal)
    - 5.7. Salvador

10. Guayanas:

- 10.1 Guayana Británica
- 10.2 Guayana Francesa
- 10.3. Surinam (Guayana Holandesa).

El fraccionamiento regional del mundo en seis zonas agrupa áreas relativamente homogéneas tomando en consideración aspectos, a la vez geográficos, económico-políticos y relativos a la disponibilidad de datos estadísticos. Las unidades políticas incluidas en estas agrupaciones son las siguientes:

- 16. América Latina: incluye las regiones 1 a 15.
- 17. Estados Unidos de Norte América: incluye Puerto Rico, no incluye las islas Vírgenes, Zona del Canal ni dependencias
- 18. Europa Occidental: Alemania Occidental, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Gran Bretaña, Grecia, Holanda, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Portugal, Suecia, Suiza y territorios autónomos menores. No incluye las dependencias de estos estados.
- 19. Europa Oriental y URSS: Albania, Alemania Oriental, Bulgaria, Checoslovaquia, Hungría, Polonia, Rumania, Yugoslavia y URSS (incluida tanto la parte europea como la parte asiática).
- 20. Otros Países desarrollados: Australia, Canadá, Japón, Nueva Zelanda y Unión Sudafricana.
- 21. Resto del Mundo: Total menos suma 16 a 20.

- b) Datos geográficos, demográficos y económicos: Los datos de superficie, población y densidad de población corresponden a 1962: fuente "U.N. Statistical Yearbook, 1963".

Los datos de Ingreso Nacional e Ingreso Medio por habitante corresponden a 1961 y se miden en U.S. dólares de ese año: fuente ECLA (E/CN12/659) "El desarrollo económico de América Latina en la postguerra".

- (17) Producción y consumo de Energía en 1962: fuentes: "U. N. Statistical Papers, Series J N° 7, 1963", para todas formas de la energía, excepto para la leña, cuya fuente fue: "FAO, YearBook of Forest Products Statistics, 1963". Las cifras de consumos corresponden a los "Consumos brutos totales de energía equivalente" de cada región y, en consecuencia incluyen la utilización neta de electricidad, combustibles y carburantes por parte de todos los usuarios más los consumos en los procesos de transformación de la energía, las pérdidas (calóricas y volumétricas) y eventualmente los derroches que se originan en la extracción, refinación, generación, transporte y distribución de la energía. Las equivalencias energéticas usadas en todas las tablas son las definidas en los "Statistical Papers, Series J N° 7".

La producción total de electricidad de todas las unidades regionales latinoamericanas es idéntica al consumo bruto total (excepto en el caso

de México, que en 1962 importó 0,54 TWh desde Estados Unidos de Norteamérica); tampoco hay intercambio en el caso de los combustibles vegetales.

Las cifras de consumo por habitante corresponden al año 1962 y se deducen de las tablas anteriores. Las cifras de consumo por unidad de producto se obtuvieron refiriendo el consumo bruto de 1962 al ingreso nacional de 1961, por ausencia de estimaciones comparables del ingreso correspondiente al año 1962: contienen un error medio, por exceso, comprendido entre el 3 y el 4 %.

- (18) a) Capacidad instalada de producción eléctrica, 1962: fuente; "U.N. Statistical Yearbook, 1963". Se omiten datos correspondientes al resto del Mundo: el valor total excluye a esta región; es probable que hayan omisiones en esta información, explicativas de las disparidades de factores de aprovechamiento en la zona desarrollada del mundo.
- b) Capacidad instalada de refinación de petróleo, 1962: fuente, "Petroleum Information Bureau, London 1963"; probablemente hay importantes omisiones en esta información, como se deduce al comparar las capacidades y los consumos.
- (19) Fuente: CEPAL Op. Cit. "Los recursos hidroeléctricos en América Latina".
- (20) Las reservas medidas de petróleo han sido provistas por "Oil and Gas Journal, Dec. 1964": no difieren mucho de las estimaciones "medidas" del "World Power Conference, Survey of Energy Resources, 1962" y son más completas y más homogéneas, por lo que fueron preferidas. Las reservas totales se obtuvieron de ésta última fuente y corresponden a la suma de los datos disponibles: sólo en algunas zonas del mundo se han hecho estimaciones de reservas inferidas.

Las reservas de Gas Natural medidas y totales se obtuvieron de "WPC, Survey of Energy Resources 1962" siendo completadas con estimaciones para los países europeos hechas más recientemente en "Petroleum Press Service, Dec. 1964".

Las reservas totales de petróleo y gas natural (expresadas en equivalente carbón) correspondientes a los países latinoamericanos son reservas medidas: tratándose de las diversas regiones del mundo aparecen dos cifras: reservas medidas y totales (medidas + indicadas + inferidas).

- (21) Las reservas "medidas" de Carbón se obtuvieron de "WPC, Survey of Energy Resources, 1962".

Se consignan las reservas totales (medidas, indicadas e inferidas) de carbón en América Latina que fueron evaluadas en "ECLA. 1, Steel Symposium, 1963. Discussion Paper". Estas reservas deben considerarse en un 98% inferidas. La clasificación de los carbones es de esta misma fuente. Las reservas correspondientes las seis grandes regiones en que se desglosa el total mundial se obtuvieron de "WPC, Survey of Energy

Resources 1962"; se han consignado dos cifras: reservas medidas y reservas totales. Las reservas totales de China Continental fueron estimadas en 1913 y constituyen el 14% del total mundial. De algunas regiones sólo se dispone de estimaciones de reservas medidas, de otras hay informes sólo de reservas inferidas: el total corresponde siempre a la suma de los datos disponibles.

Se ha incluido dentro de las reservas medidas a mantos de carbón de no menos de 0,30 m de espesor y a no más de 1.200 m de profundidad, a mantos de lignito de no menos de 0,30 m de espesor y no más de 500 m de profundidad, y a mantos de turba que, una vez deshidratados, contienen no menos de 50% de materias orgánicas.

En lo concerniente a las reservas indicadas e inferidas, se incluyen aquellas que, más allá de los límites específicos y por investigaciones incompletas, se puede razonablemente admitir su existencia y apreciar su magnitud según estimaciones aproximadas.

- (22) Los datos relativos a reservas de hierro se obtuvieron de "ECLA (E/CN/12/670. 1963). "Los Recursos minerales en América Latina".
- (23) El total de combustibles minerales (carbón, lignito y turba, más petróleo y gas natural, expresados en equivalente carbón) correspondiente a los países latinoamericanos, suma cifras de confiabilidad dispar: las reservas medidas de hidrocarburos más las reservas totales de carbón, por carecerse de mediciones suficientes de estas últimas en la zona. En las diversas regiones del mundo aparecen dos cifras: reservas "medidas" y "totales". Las cifras del Cuadro 19 se obtienen de sumar las cantidades correspondientes que aparecen en los Cuadros 17 y 18b.
- (24) Fuente: CEPAL op. cit. "Los recursos hidroeléctricos en América Latina"
- (25) Fuente: CEPAL op. cit. "Los recursos hidroeléctricos en América Latina" pág. 99.
- (26) Los antecedentes sobre potencial hidroeléctrico (bruto con rendimiento 100%) con caudal mínimo ordinario (seguridad hidrológica 95%) y con caudal medio se originan de "World Power Conference, Survey of Energy Resources 1962"; estos datos fueron completados con estimaciones del "U.S. Geological Survey; Developed and Potential Water Power of the U.S. and other Countries of the World 1955"; en el caso de algunos países latinoamericanos se completaron dichos datos con informaciones directas recogidas en "ECLA (St/Conf 7/L 3.0). Los recursos hidroeléctricos en América Latina 1960". Los aprovechamientos económicos señalados aparecen compilados en esta última publicación, en base a informaciones provenientes de los diversos países.

La energía anual generable con dichos recursos ha sido calculada suponiendo un factor de carga medio anual de 0,55. Tratándose de los países o de las regiones en donde no se habían hecho estimaciones de potencial económico (o cuyas estimaciones no pudieron obtenerse) éste fue avaluado en base a los potenciales brutos, con un criterio conservador.

Los aprovechamientos económicos estudiados en doce países diferentes, correspondientes a un total de 750 Gw. son, en promedio, 1,15 veces la potencia bruta con gasto medio (coeficiente que se dispersa hasta en un  $\pm 20\%$ , por variaciones de la capacidad natural y potencialidades artificiales de regulación de los sistemas hidrográficos).

Referidos a la potencia bruta con caudal medio, este coeficiente promedio es 3,1 (con dispersiones mucho mayores). En ausencia de otra fuente informativa, la energía neta generable ha sido evaluada con uno de estos dos criterios, usando la cifra inferior.

Entre los quince países latinoamericanos doce habían hecho estimaciones de sus potenciales económicos, en el caso de dos se podían hacer estimaciones indirectas sobre la base antes descrita, de uno sólo se carece totalmente de informaciones. La doble cifra que aparece para el área continental latinoamericana corresponde a la suma de las estimaciones hechas por países y a la estimación indirecta global. De las seis regiones dos habían hecho estimaciones detalladas; el total mundial suma estas dos cifras con las cuatro restantes estimaciones indirectas, evaluadas como se lleva descrito.

Los potenciales actualmente instalados provienen de: "U.N. Statistical Yearbook 1963" tratándose de los países latinoamericanos y corresponden al año 1962. Para las diversas regiones del mundo se utilizaron datos correspondientes a 1958. y citados por "ECLA (St/Conf 7/L.30). Los recursos hidroeléctricos en América Latina". Tratándose del total latinoamericano se incluyen ambas cifras, de 1962 y 1958; el total mundial corresponde a 1958.

- (27) Fuente: CEPAL, sobre la base de estadísticas nacionales; citado en "FAO/LAFC-62/5 Latinoamerican timber trends and prospects", pág. 68.
- (28) Fuente: "FAO/LAFC-62/5 Latinoamerican timber trends and prospects".
- (29) La superficie forestal fue estimada por la "FAO 3<sup>rd</sup> World Forest Inventory, 1958".

El volumen en pie y crecimiento bruto anual de los bosques se obtuvo admitiendo que las características de densidad y velocidad de crecimiento de los bosques actualmente en explotación (en América Latina, una pequeña parte del área forestal) pueden considerarse representativas de la totalidad de los bosques; estas características aparecen definidas, para seis grandes regiones mundiales, en "FAO Yearbook of Forest Products Statistics, 1963".

La capacidad potencial de producción de leña anual, corresponde a un máximo extraíble de los bosques actuales, con abstracción de los usos industriales de la madera (que tienen prioridad de empleo) y suponiendo (lo que es una simplificación burda) que el área de vocación forestal se identifica con el área actualmente cubierta de bosques y que su

densidad, crecimiento natural y tipo de especies vegetales se mantienen. Se supuso que el 40% del crecimiento bruto queda potencialmente disponible para combustibles: estas cantidades hacen abstracción de la accesibilidad de los bosques y del empleo económico de los combustibles vegetales.

- (30) Las cifras contenidas en el Cuadro 24 se deducen de los Cuadros 21 y 23, aplicando los criterios de equivalencia energética definidas en la Nota (2).
- (31) Deducido de los Cuadros 14, 17, 18, 21 y 23.
- (32) Las estimaciones de Plazos de agotamiento (en años) de los recursos agotables se determinaron a partir de los consumos de 1962, suponiendo su crecimiento expotencial con el tiempo a tasa uniforme para todos los países y regiones y admitiendo un porcentaje de recuperación económica de las reservas también uniforme para todas las zonas: la tasa de crecimiento de los hidrocarburos líquidos y gaseosos se supuso del 7% acumulativo anual y el porcentaje de recuperación económica se supuso de 35%; la tasa de crecimiento de los combustibles minerales sólidos (carbónes, lignito y turbas) se supuso del 5% acumulativo anual y el porcentaje de recuperación económica se supuso de 50%. Las estimaciones de plazos (en años) que tardaría el consumo en alcanzar la máxima capacidad productiva de los recursos renovables se calcularon a partir de los consumos de 1962, suponiendo un crecimiento uniforme de la demanda en todos los países; los recursos potenciales máximos disponibles correspondientes a estimaciones de recursos técnica y económicamente aprovechables; la tasa de crecimiento de los consumos de leña se supuso de un 3% acumulativo anual (admitiendo una disponibilidad del 40% del crecimiento bruto de las áreas forestales actuales) y la tasa de crecimiento del consumo de fuerza motriz hidráulica se supuso de un 8% acumulativo anual. Las tasas de crecimiento a largo plazo de los consumos supuestos en estos cálculos, no tienen ningún pretendido valor de previsión; han sido aplicados uniformemente en los cálculos para hacer más relevante la valoración de las reservas de energía en relación a los consumos: tienen en consecuencia un valor comparativo solamente.
- (33) Putnam, Op. cit. págs. 239, 243 y 248.
- (34) J.L. Schantz "Prospects for nuclear power" Electric Light and Power, Dec. 54.

