UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA ECONÓMICA

TITULACION PROFESIONAL EXTRAORDINARIA

TRABAJO PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO-ECONOMISTA

VIOLETA VILCHEZ SALAZAR
CÓDIGO: 700542-A

LIMA - PERÚ
1,982

PRESENTACION

El presente trabajo profesional es el más representativo de los años que he dedicado a la investigación en el sector de la Minería. El objeto de su presentación es el de optar el título de Ingeniero Economista, basado en las disposiciones vigentes para la Titulación Profesional Extraordinaria.

Este trabajo fue elaborado en el año 1977 durante mi permanencia en el Instituto Científico y Tecnológico Minero y en momentos en que la crisis energética se agudizaba.

ECONOMIA DEL CARBON Y COQUE

Por:

VIOLETA VILCHEZ SALAZAR

Y

MARIO ANGELES FIGUEROA

Dirección y Supervisión

HUGO PALOMINO GLENER

UNIDAD DE ESTUDIOS ECONOMICOS
PROGRAMA 1673

NOVIEMBRE 1977

INDICE

	Página
INTRODUCCION	2
I . PANORAMA ENERGETICO NACIONAL	
1. - Potencial Energético	4
A. - Reservas Petrolíferas	4
B. - Gas Natural	4
C. - Potencial Hidroeléctrico	5
D. - Reservas Potenciales de Carbón	5
E. - Energía Geotérmica	6
F. - Energía Nuclear	6
2. - Balance Energético Nacional	6
3. - Proyección del Consumo de Energía en el Perú	10
II . CARBON MINERAL EN EL PERU	14
1. - Reservas	15
2. - Producción	19
3. - Consumo	23
4. - Importaciones	23
III . SUSTITUCION DE PETROLEO POR CARBON MINERAL	
1. - Electricidad	26
2. - Minería	31
3. - Industria del Cemento	35
4. - Industria de Harina de Pescado	36
5. - Cooperativas Azucareras	38
6. - Industria de Fertilizantes	39
7. - Otras Industrias	41
IV . COQUE METALURGICO	45
V . DEMANDA POTENCIAL DE CARBON MINERAL EN EL PERU	49
1. - Localización de la Demanda	51
2. - Demanda Efectiva Probable y Oferta Interna de Carbón Mineral	53
A. - Región I	53
B. - Región II	54
3. - Proyección de la Demanda Efectiva Probable	55
VI . CALCULO ECONOMICO DE LA SUSTITUCION DE PETROLEO POR CARBON MINERAL	66
VII. SITUACION ENERGETICA INTERNACIONAL	
1. - Recursos Mundiales de Energía	70
2. - Panorama Actual del Mercado Energético Mundial	72
3. - Consumo Energético Mundial	72
4. - Reservas de Petróleo	76
5. - Producción de Petróleo	77
6. - Consumo de Petróleo	78
7. - Reservas de Carbón Mineral en el Mundo	80
8. - Producción Mundial de Carbón	81
9. - Consumo de Carbón	85
A. - Consumo de Carbón en Latinoamérica y sus Principales Usos	86
B. - Consumo de Carbón en la Industria Siderúrgica	89
10. - Tendencia en los Usos de Carbón	89
11. - Carbón - Comercio Exterior	90
12 - Precios	92
BIBLIOGRAFIA	100

INTRODUCCION

El presente estudio es un intento por sistematizar la información fraccionada y dispersa que sobre el tema cuenta el país, y , en base a dicha sistematización, analizar las posibilidades que la estructura de la demanda energética nacional pueda ofrecer a la utilización de nuestros recursos de carbón mineral , en el futuro mediato.

El estudio consta de siete capítulos. En el Capítulo I se ha analizado, sucintamente, el Panorama Energético Nacional, a través de las diferentes fuentes de energía que el país posee y de la importación de elementos energéticos en los cuales es deficitario. El Capítulo II se dedica al estudio del carbón mineral en el Perú, tanto en su estructura de consumo como en la de producción. Allí mismo se hace un recuento de los yacimientos y reservas de carbón "conocidos" desde hace muchos lustros.

La posible sustitución del uso de petróleo por carbón mineral en diferentes actividades de producción interna se desarrolla en el Capítulo III; así por ejemplo, se ha considerado a la generación de fuerza eléctrica, producción metalúrgica extractiva, cemento, harina de pescado, azúcar, fertilizantes, etc.

El Capítulo IV se dedica al uso de coque metalúrgico en el país, al proyecto de producirlo internamente y a la posibilidad de cubrir parte de la demanda de carbones coquificables, para ese proyecto, con carbón nacional.

En el Capítulo V se determina la demanda potencial de carbón mineral como sustituto de petróleo y para la producción de coque metalúrgico localizándola por Departamentos y por zonas de concentración en cada uno de ellos. Al mismo tiempo se determina la demanda efectiva de carbón, la cual sería abastecida por la producción proyectada, de los yacimientos de Oyón-Gazuna y Alto Chicama. La evaluación económica del ahorro, en divisas extranjeras, que lograría el Perú de realizarse tal sustitución, se presenta en el Capítulo VI. Finalmente, en el Capítulo VII se elabora un análisis de la situación energética mundial presente y sus proyecciones por regiones o países importantes.

El presente trabajo ha demandado una labor meticulosa por parte del equipo encargado de desarrollarlo. La diversidad de datos, en muchas de las veces contrapuestos, existentes sobre un mismo objeto determinó una selección rigurosa (en la medida de lo posible) de la fuente a utilizar. La tarea de reconstruir un sistema de información necesario para la sustentación de nuestros análisis ha significado el mayor tiempo destinado al presente estudio. Es muy probable que este trabajo muestre algunas deficiencias , pero ello se debe, además de las inconveniencias antes mencionadas, al poco eco de respuesta encontrado en algunas empresas encuestadas, o en organismos estatales y privados en donde por sus objetivos directos, aparentemente no se tiene que ver con este tipo de investigación. Aún cuando somos conscientes de estas limitaciones del estudio, consideramos que sus resultados aperturan una esperanza para la explotación de nuestros recursos carboníferos.

Así tenemos que para 1980 existiría una demanda interna por carbones nacionales de 2'370,000 T.M. , la que en 1995 alcanzaría a 5'700,000 T.M. En 15 años el Perú ahorraría 2,450 millones de dólares (a precios de 1976) por el uso de su carbón mineral en diferentes actividades de la producción doméstica.

Debemos agradecer la colaboración desinteresada de las diferentes empresas e instituciones que dieron respuesta a nuestras encuestas, a aquellas que nos brindaron información estadística y tecnológica valiosa, a los pocos técnicos que nos ofrecieron su experiencia en el campo de la tecnología del carbón y coque metalúrgico. Del mismo modo, queremos hacer público el agradecimiento a las diversas personas que, dentro del INCITEMI, colaboraron en nuestro afán de desarrollar este trabajo. El desarrollo de este estudio ha sido una realidad gracias al esfuerzo tesonero de sus co-autores: Srta. Violeta Vílchez Salazar y Sr. Mario Angeles Figueroa. A mi me cupo la labor de plantear la metodología, supervisar los avances y dirigir la redacción del documento final, por cuya razón la mayor parte de desaciertos que presente la estructura de este trabajo es de mi cuenta.

Finalmente debo agradecer la paciente labor de las secretarias Srta. Rocío Pérez Ugaz y Sra. María Victoria Mayorga Alba por cuanto en ellas recayó la poco divertida tarea de mecanografiar los borradores iniciales y el documento final del estudio.

Hugo Palomino Glener

Lima, Noviembre de 1977

I. - PANORAMA ENERGETICO NACIONAL

1. - Potencial Energético

El Perú tiene un potencial energético bastante considerable y variado, comprendiendo recursosno agotables. Entre estos últimos destaca el de tipo hídrico, localizado principalmente en las cuencas del sistema Amazónico. La energía geotérmica es otro recurso energético no agotable, localizado a lo largo de la cordillera occidental de los Andes, la cual aún no ha sido utilizada. Existe, además otras fuentes no agotables como recursos energéticos pero que son, realmente, un recurso universal: los vientos y la - energía solar; su utilización dependerá del desarrollo tecnológico adecuado y de la implicancia económica competitiva a otras fuentes.

En lo referente a recursos energéticos agotables, Perú cuenta con reservas de petróleo, gas natural , carbón, minerales radioactivos y foresta.

Desde hace algunas décadas la utilización de los recursos de petróleo e hídricos son los predominantes entre los diversos que el país podría explotar. Las reservas de carbón mineral han sido poco aprove - chadas, considerándose que a la fecha se haya utilizado menos del 1% de su potencial.

A. - Reservas Petrolíferas

Las áreas en actual operación incluyen: 12'084,077 Has. por Petro Perú, en la costa Noreste, Lotes 8 y 2 en la Selva Norte y Lotes 31 y 35 en la Selva Central. 1'995,472 Has. por contratistas, de los cuales corresponden 1'166,716 Has. al contrato con Occidental, 413,995 Has. al contrato Tenneco-Belco - en Z-1, 414,760 Has. al contrato Belco en Z-2 (*).

Hay una disponibilidad para nuevos contratos de 58'535,584 Has. que representan el 81% del Area Total con filiación petrolífera a nivel nacional.

Las reservas de petróleo, probadas para 1976; fueron del orden de 756 millones de barriles, de los cuales 74 millones están en el zócalo continental (Tumbes-Talara), 132 millones en el extremo Nor-oeste (Talara-Tumbes), 4 millones en Aguaitía-Ganzo Azul y los restante 546 millones en la Selva Norte, de reciente exploración y explotación. El petróleo de esta última fuente de reserva presenta el inconveniente de un alto contenido de sal y una alta densidad; ambas características provocan un incremento de costos para su beneficio.

B. - Gas Natural

La mayor parte de reservas probadas de gas natural en el Perú se presenta asociada con las de petró - leo. Como se puede observar en el cuadro N° 1 estas reservas se localizan en el extremo noreste del Perú; incluyendo el zócalo continental. La fuente utilizada no presenta información sobre reservas de gas natural en la zona de Aguaitía-Ganzo Azul, ni en la Selva Norte de reciente desarrollo. Al 31-12-69 el 46% de las reservas probadas aún no estaban bajo desarrollo productivo.

En realidad toda posibilidad de desarrollo en la extracción de gas natural en nuestro país, dependerá por un lado del progreso en el desarrollo de nuevos campos petrolíferos en donde se presenta asociado, o del "descubrimiento" de grandes depósitos de gas no asociado, como para destinarlo a usos industriales.

CUADRO N° 1

PERU. Reservas de Gas Natural al 31-12-1969
(en millones de MPC)

	Probadas			Probables	Posibles	Total
	Desarrolladas	No Desarrolladas	Total			
Costa						
Asociada	296.2	120.3	416.5	99.8	---	932.8
No Asociada	65.3	188.3	253.6	348.8	2000	2857.0
Total	361.5	308.6	670.1	449.6	2000	3,789.8

...

(*) Minería y Energía en el Perú: Política y Situación Actual - Ministerio de Energía y Minas, Lima, Abril 1977.

...

	Probadas			Probables	Posibles	Total
	Desarrolladas	No Desarrolladas	Total			
Zócalo						
Asociada	23.3	---	23.3	23.4	---	70.
No Asociada	---	---	---	450.0	---	450.
Total	23.3	---	23.3	473.4	---	520.
TOTAL	384.8	308.6	693.4	923.0	2000	4,309.8

Fuente: "Gas en el Perú" por el Ing. Manuel Chirinos G. Petro Perú, Seminario Internacional de Desarrollo y Utilización del Gas Natural, Moscú Oct. 1977

C. - Potencial Hidroeléctrico

Estudios recientemente efectuados por el Sector Energía y Minas, en las Cuencas de los ríos Marañón, Huallaga y Alto Ucayali, han permitido identificar un potencial hidroeléctrico técnicamente aprovechable del orden de los 23,100 (Mw). La potencia total instalada en centrales hidroeléctricas llega a 1,397.3 Mw representando esta cifra sólo el 6% de ese potencial estudiado.

De estos hechos se deriva una conclusión bastante clara; tenemos que desarrollar una política permanente en materia de aprovechamiento hidroeléctrico en el largo plazo, unido a proyectos industriales y/o de irrigación de gran envergadura.

D. - Reservas Potenciales de Carbón

Las reservas probadas de carbón se estiman en 88 millones de T.M. y como posibles se tienen 1,100 millones de T.M. A este respecto hay que recordar que a lo largo de todo el territorio nacional desde Tumbes hasta Tacna, en los contrafuertes de la Cordillera Occidental de los Andes, en ambas vertientes afloran numerosos depósitos de carbón.

Entre los principales yacimientos de carbón destacan los de Oyón y Alto Chicama por contar con estudios de prospección geológica más avanzados a la fecha.

En 1973, la firma polaca KOPEX concluyó un estudio geológico sobre reservas en la zona de Pampahuay, depósito de Oyón, el cual estableció una reserva probable de 42 millones de Tons, de las cuales 20 millones serían de posible extracción y de estas sólo 10 millones de Tons. serían recuperables. Este tipo de carbón posee características como para coquizar, mezclado con otros tipos de carbones coquizables.

En 1974, Minero Perú y KOPEX concluyeron el estudio geológico de la Cuenca de Alto Chicama; las reservas probadas y probables alcanzan los 59 millones de T.M., las reservas posibles son del orden de los 270 millones de T.M. Se trata de antracita de buena calidad que se utilizará en la generación de energía eléctrica.

CUADRO N°2

PERU. Reservas de Carbón

(en miles de Ton)

	Totales	Probadas
Oyón		
Bloque Pampahuay, Cochaquillo y Saquicocha	42,300 (*)	20,000
Gazuna		
Zona Norte y Sur	107,800 (*)	9,570
Alto Chicama	329,800	59,000
Santa	250,000	
Jatunhuasi	60,000	
Yanacancha	25,000	
Piñipata	50,000	

		Totales	Probadas
Cupisniqui		24,000	
Tarica, Sihuas-Conchucos		80,000	
San Marcos-Huallanca		50,000	
Tumbes		100,000	
	TOTAL	1'118,900	88,570

Fuente: Estudio "Reservas Carboníferas Peruanas" por Ing. Julio Escudero Ratto - MEM.
(*) "Los Carbones de los Yacimientos de Oyón y Gazuna" por Ing. Frank Cerna.

Como se puede observar en el cuadro N°2 del total de reservas probadas, probables, posibles, etc. sólo el 8% representa a la primera categoría; es decir, de reservas probadas, lo cual significa un bajo índice de desarrollo de reservas geológicas.

E. - Energía Geotérmica

El Perú cuenta con importantes zonas geotérmicas, principalmente en Cajamarca, Ubinas-Arequipa y - La Raya-Sicuani. En estas zonas, actualmente, se realiza reconocimientos de carácter general. Re - cientemente se han efectuado trabajos de campo en la zona de La Raya-Sicuani. Posteriormente se implementará un programa de investigaciones geológicas para cuantificar el recurso (*).

F. - Energía Nuclear

Existe una área prospectiva para minerales radioactivos, de 260,000 Km2, los que serán estudiados como primera prioridad. Por otro lado; cuando se produzca ácido fosfórico con los fosfatos de Bayóvar se podrán obtener hasta 40 toneladas de U_3O_8 al año, como subproducto.

2. - Balance Energético Nacional

El consumo de energía en el Perú, durante 1976 alcanzó a 65.8 millones de barriles de petróleo equivalente, de los cuales 74.3% fue de procedencia interna y 25.7% importado (Ver cuadro N°3).

Como se puede observar en el cuadro N°4 la participación del petróleo y gas natural en el consumo nacional de energía, se ha incrementado de 66.2% en 1969 al 68.7% en 1976, aún cuando en este último año se empezaron a adoptar medidas de restricción en su consumo; asimismo, el carbón mineral (el cual incluye el coque siderúrgico equivalente en carbón mineral) y de la hidroelectricidad, incrementaron su participación relativa debido al crecimiento de la producción siderúrgica y al ingreso en producción de la Central Hidroeléctrica del Mantaro e incremento en unidades de generación en el sistema hidroeléctrico de Electro Lima.

Contrariamente a lo anterior, la participación de los elementos leña y bagazo disminuyó debido en el primer caso a su contínua sustitución por kerosene (en diversas áreas rurales del país se viene dando este fenómeno) y en el segundo caso debido a un creciente uso en la producción de papel.

De acuerdo a fuentes de la Dirección General de Electricidad del MEM y a nuestro cuadro N°4 el consumo de energía creció a una tasa de 6.28% por año entre 1960 y 1969 y en 6.02% anual entre 1969 y 1976.

El consumo de hidroelectricidad creció en 8.54% anual entre 1969 y 1976; demostrando mayor dinamismo que la demanda por petróleo y gas natural, los que, en conjunto crecieron a una tasa de 6.74% por año, en el mismo período. El alto crecimiento del consumo de carbón mineral y derivados (22.44% por año) se debió fundamentalmente al fuerte incremento del consumo de coque, ante considerable expansión de la producción de acero en Chimbote.

(*) Ver Minería y Energía en el Perú

CUADRO N° 3

PERU. Consumo de Energía, por origen, 1976

(en millones de barriles equivalentes)

TOTAL		65.8	
Interno			
a) Petróleo crudo		27.0	
b) Gas natural		2.9	
c) Carbón mineral		0.2	
d) Hidroelectricidad		14.7	
e) Leña		3.5	
f) Bagazo		0.6	
	Total	48.9	(74.3%)
Importados			
a) Petróleo crudo		14.5	
b) Gas natural		0.8	
c) Carbón mineral		1.6	
	Total	16.9	(25.7%)

Fuente: En base al cuadro N°4

CUADRO N° 4

PERU. Consumo de Energía por fuente
(en millones de barriles de petróleo equivalente)

Fuente	incremento entre 1969 - 1976	1969	%	1976	%
Petróleo crudo	6.74%	28.6	61.7	41.5	63.1
Gas natural		2.1	4.5	3.7	5.6
Carbón mineral	22.44	0.7 (*)	1.5	1.8 (*)	2.7
Hidroelectricidad	8.54	(6.8) 9.2 (+)	19.9	14.7	22.3
Leña (°)	-3.10	4.6	9.9	3.5	5.3
Bagazo	-6.49	1.1	2.4	0.6	0.9
	Total	46.3	100.0	65.8	100.0

Tasa de crecimiento anual: 1960/69: 6.28%
1969/76: 6.01%

Fuente: La columna correspondiente a 1969, de "Los Recursos Energéticos en el Perú" en Revista Energía y Minas del Ministerio de Energía y Minas, Año III, N°6 y 7 (marzo y junio de 1971).

La columna correspondiente a 1976 en base a la estadística de: anuario de estadística eléctrica 1975. Estadística de Hidrocarburos, 1974 (Gas). Minería y Energía en el Perú. Estadísticas anuales de Petro Perú.

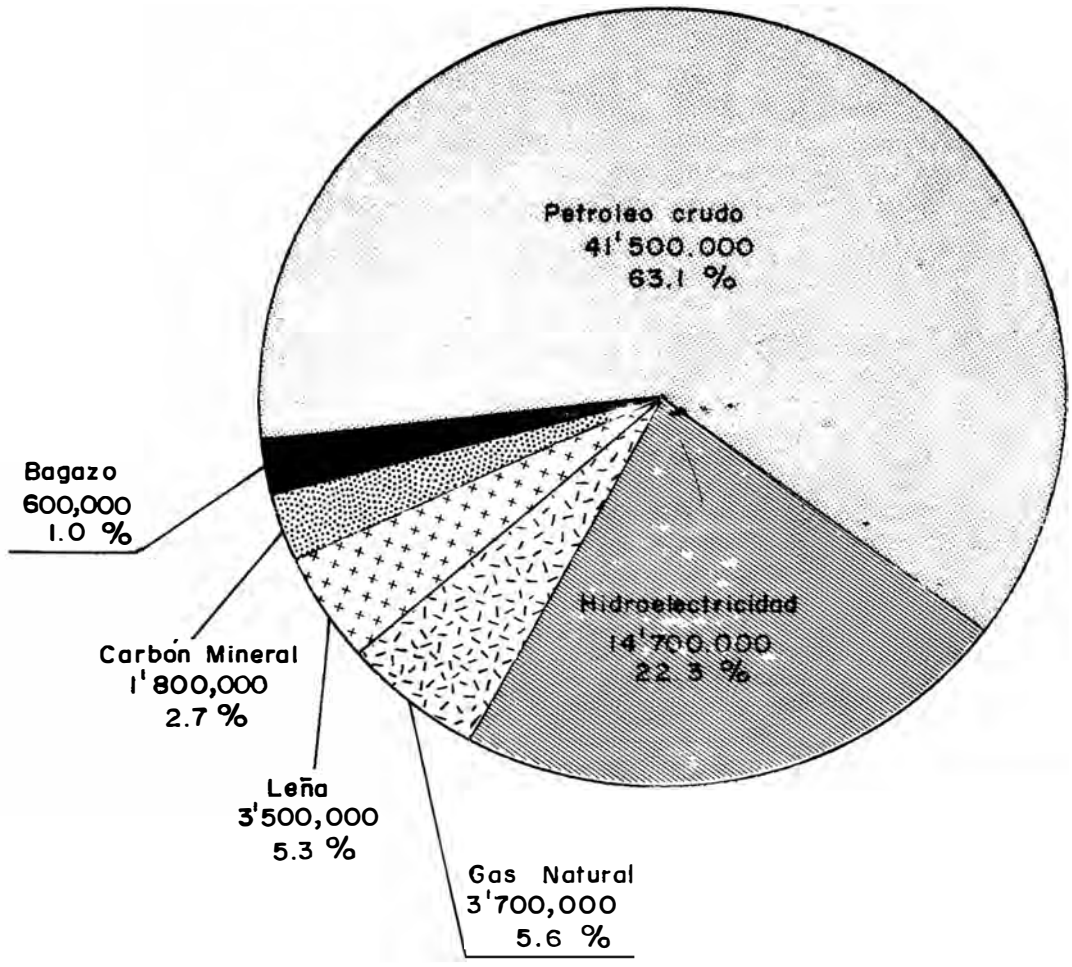
En algunos rubros se proyectó el consumo entre 1975 y 1976 con tasas de crecimiento para cada rubro.

Estadísticas anuales de Sider-Perú y Centromín Perú y del Estudio del Ing. Julio Escudero R.

COMPOSICION DEL BALANCE ENERGETICO NACIONAL

AÑO: 1976

(En barriles de petroleo equivalente)



(*) Considera las importaciones de coque siderúrgico, estimado en carbón equivalente y petróleo equivalente; además considera la importación de carbón bituminoso para Centro - mín, en petróleo equivalente.

(+) Recalculado en base al factor de convertibilidad empleado por Petro Perú; es decir, 1,000 KWH = 0.355 Ton. de petróleo equivalente.

(°) Incluye carbón vegetal

3. - Proyección del Consumo de Energía en el Perú

Teniendo en cuenta el balance energético nacional correspondiente a 1976 y diferentes tasas de variación anual, por períodos, para el crecimiento del consumo de energía en diferentes sectores y agentes económicos, se proyectó la demanda nacional de energía hasta 1995.

En el cuadro N° 5 podemos observar que tanto el consumo de carbón mineral como el de hidrofuerza tienden a incrementar su participación relativa en el balance energético del país, del 2.7% al 4.2% en 1995 en el caso del primero y del 22.3 al 27.5% para el segundo en el mismo lapso. El petróleo y el gas natural mantendrían su hegemonía, en el borde cercano al 68%. Del mismo cuadro se deduce que en los próximos 20 años el consumo de energía en el Perú casi triplicará el nivel registrado en 1976, descansando más de 2/3 del consumo total en el uso de petróleo, de continuar hacia 1995 la actual estructura de la demanda de energía.

CUADRO N° 5

PERU. Proyección del Consumo de Energía 1976-1995

(en millones de barriles equivalentes)

Producto	1976	%	1980	%	1985	%	1990	%	1995	%
Carbón (*)	1.8	2.7	1.9	2.2	4.5	4.1	7.7	5.4	7.7	4.2
Gas Natural	3.7	5.6	6.2	7.2	6.6	6.0	7.2	5.0	7.7	4.2
Petróleo	41.5	63.1	55.2	64.3	70.5	63.6	90.0	62.6	114.8	63.0
Hidrofuerza	14.7	22.3	19.5	22.7	26.7	24.0	36.6	25.5	50.0	27.5
Leña (+)	3.5	5.3	3.1	3.6	2.6	2.3	2.2	1.5	1.9	1.0
Bagazo	0.6	0.9	--		--		--		--	
Total	65.8	100.0	85.9	100.0	100.9	100.0	148.7	100.0	182.1	100.0

(+) Incluye carbón vegetal. Se ha considerado el mismo decrecimiento anual que para el período 1969-76.

(*) Incluye requerimiento de coque y carbón para Siderurgia y metalurgia.

Ante esta situación de crecientes requerimientos de energía en el futuro. ¿Qué se puede ofrecer? Si tenemos en cuenta que nuestras actuales producciones no logran abastecer el consumo actual, menos aún podrán hacerlo cuando se lleven a cabo los grandes proyectos industriales, mineros, etc.

A groso modo podemos mencionar que nuestras importaciones de petróleo para 1976 alcanzaron la suma de 270 millones de dólares. Las de coque llegaron a 18 millones de dólares y las de carbón 1.7 millones de dólares para el mismo año. Estos valores seguirán creciendo especialmente en los casos del coque siderúrgico y carbones bituminosos en la medida que se realizan las expansiones programadas por Sider-Perú y CENTROMIN.

Como podemos apreciar en el cuadro N°6 la proyección de la producción versus el consumo de petróleo, muestra como a partir de 1983 volveríamos a una situación deficitaria de petróleo, según las reservas probadas actualmente, tanto en la Selva, Talara y el Zócalo, sólo alcanzarán hasta el año 1989, a menos que se

Nota. - Para la proyección del consumo de carbón mineral se ha tenido en cuenta la ampliación de la planta de Aglomeración de la Fundición de Plomo en La Oroya, como principal proyecto de incremento de demanda. El equivalente de carbón en coque siderúrgico ha sido proyectado en base a los planes de expansión de la planta siderúrgica en Chimbote. En cuanto a la demanda de petróleo y gas natural, se la proyectó en base al crecimiento mostrado en el período 1971-1975 y en base a la proyección realizada por el Ministerio de Energía y Minas.

La proyección del consumo de hidrofuerza se hizo en base a la realizada por la Dirección General de Electricidad.

La proyección del consumo del bagazo sólo cubre hasta 1980, debido al supuesto que a partir de ese año será integramente utilizado en la producción de papel. Respecto a la leña y carbón vegetal se previó un decrecimiento debido a su contínuo reemplazo por kerosene.

CUADRO N°6

PERU. Proyección de la Producción vs. Consumo de Hidrocarburos
(Cifras de Producción con las Actuales Reservas Probadas)

	En MB/D			En MMB/Año		
Año	Producción	Consumo	Déficit (-) o Superávit (+)	Producción	Consumo	Déficit (-) o Superávit (+)
1976	76.4	124.5	- 48.10	27'886,000	45'442,500	- 17'556,500
1977	121.4	129.0	- 7.60	44'311,000	47'085,000	- 2'774,000
1978	153.7	137.0	+ 16.70	56'100,500	50'005,000	+ 6'095,500
1979	177.3	144.1	+ 33.20	64'714,500	52'596,500	+ 12'118,000
1980	181.7	151.3	+ 30.40	66'320,500	55'224,500	+ 11'096,000
1981	184.6	158.9	+ 25.70	67'379,000	57'998,500	+ 9'380,500
1982	179.4	166.8	+ 12.60	65'481,000	60'882,000	+ 4'599,000
1983	173.1	175.1	- 2.00	63'181,500	63'911,500	- 730,000
1984	166.7	183.9	- 17.20	60'845,500	67'123,500	- 6'278,000
1985	159.9	193.1	- 33.20	58'363,500	70'481,500	- 12'118,000
1986 (*)	152.2	202.7	- 50.50	55'553,000	73'985,500	- 18'432,500
1987	142.5	212.9	- 70.40	52'012,500	77'708,500	- 25'696,000
1988	129.1	223.5	- 94.40	47'121,500	81'577,500	- 34'456,000
1989 (**)	109.1	234.7	-125.60	39'821,500	85'665,500	- 45'844,000
1990	78.9	246.5	-167.60	28'798,500	89'972,500	- 61'174,000
1991	--	258.8	-258.80	---	94'462,000	- 94'462,000
1992	--	271.8	-271.80	---	99'207,000	- 99'207,000
1993	--	285.4	-285.40	---	104'171,000	-104'171,000
1994	--	299.6	-299.60	---	109'354,000	-109'354,000
1995	--	314.6	-314.60	---	114'829,000	-114'829,000

(*) A partir de 1985 la proyección es nuestra. Para el período 1976-1985 ver la fuente
(**) Sobrarían 14'794,500 = 40,500 bb/día (756 millones de reservas a 1976)

Fuente: Minería y Energía en el Perú

realicen más inversiones para probar más reservas a partir de ahora.

Dado que el objetivo fundamental de este estudio, es el de evaluar las posibilidades de cierta sustitución de consumo de petróleo por carbón mineral, a continuación estableceremos un análisis desagregado de la demanda por petróleo y sus derivados. La desagregación, al realizarse por sectores de producción - y/o uso nos ha permitido detectar y localizar los sectores en donde sería posible dicha sustitución.

Durante 1976 se consumió en nuestro país 41'540,000 barriles de petróleo crudo, distribuído en la si - guiente relación de productos derivados del mismo:

a) Petróleo Diesel	8'768,000 bb.	21.1%
b) Petróleo Residual	12'096,000 "	29.1%
c) Gasolina de Motor	12'156,000 "	29.3%
d) Kerosene	4'920,000 "	11.8%
e) Gasolina de Aviación	1'600,000 "	3.8%
f) Gases licuados	1'100,000 "	2.7%
g) Lubricantes, asflatos, otros	900,000 "	2.2%
Total	41'540,000 bb.	100.0%

De acuerdo al destino o uso de estos combustibles, como se ilustra en el cuadro N°7 fue el de consumo en los medios de transporte automotor (incluyendo aviación) el que concentró el 44.8% del total nacional; el 40.7% se dirigió a usos industriales y el restante 14.5% fue utlizado por el consumo doméstico y o- tros.

CUADRO N.° 7

PERU. Distribución del Consumo de Petróleo y Derivados por Destino, 1976

Destino	Barriles de Petróleo equivalente	Porcentaje
1. - Transporte Automotor	18'614,000	44.8%
a) Gasolina	14'656,000	35.3%
b) Diesel	2'328,000	5.6%
c) Bunkers	1'630,000	3.9%
2. - Industria	16'906,000	40.7%
a) Residual	10'891,000	26.2%
b) Diesel	6'015,000	14.5%
3. - Uso Doméstico y otros	6'020,000	14.5%
Total	41'540,000	100.0%

Fuente: Información de Petro Perú

De entre los tres rubros de destino del consumo de petróleo y derivados, es en el de Industria donde se- ría posible encontrar actividades de producción en las cuales se sustituya el uso de petróleo por carbón mineral. De ello nos ocuparemos en el siguiente capítulo.

Pensamos que la sustitución de petróleo por carbón mineral sería muy a largo plazo, tanto en los usos combustibles en vehículos automotores como en los domésticos. Ello se posibilitaría recién cuando se vislumbre el desarrollo de una industria carboquímica en nuestro país.

Dado que es en el uso industrial en donde se podría realizar la sustitución arriba mencionada, en un - menor plazo, a continuación pasamos a desagregar el consumo de petróleo y derivados por principales ramas de actividad industrial. En el cuadro N°8 se observa que el 38.2% de petróleo se consume en dos sectores industriales cuya producción se destina casi totalmente para la exportación. Toda posible sustitución en estos dos sectores estará determinada entre otros, por su influencia en los costos de - los productos de concurrencia a los mercados internacionales dada la competencia y fuerte fluctuación

de precios.

Desafortunadamente, no fue posible determinar la composición del consumo de petróleo en el grupo, otros no ubicados, pero suponemos que allí se concentra los múltiples usos en las industrias manufactureras y en el sector agrícola no azucarero.

CUADRO N° 8

PERU. Petróleo, Consumo por Sector o Actividad Industrial, 1976

Sector o Actividad	Volumen de barriles	Porcentaje
1. - Minería	4'200,000	24.8
2. - Pesca	2'260,000	13.4
3. - Cemento	1'577,000	9.3
4. - Cooperativas Azucareras	1'300,000	7.7
5. - Vidrio, Cerámica, Ladrillera Fertilizantes	1'363,000	8.1
6. - Sider Perú - Trupal	646,000	3.8
7. - Termoeléctricas (*)	706,000	4.2
8. - Otros no ubicados	4'854,000	28.7
	16'906,000	100.0

Fuente: Información de Petro Perú, Relación de ventas por clientes

(*) El consumo en la generación de fuerza eléctrica fue de alrededor de 3 millones de barriles, que se utilizaron en diferentes sectores tales como minería, pesca, cemento, etc. en los cuales por estar incluídos otros usos no posibilitó su desagregación para considerarlo en el rubro termoeléctricas.

Aparte de la generación de fuerza eléctrica, el consumo de petróleo fue importante en hornos para tostación y producción de vapor para usos en procesos industriales, especialmente en la industria de harina de pescado, cemento, azúcar, metalurgia extractiva.

Analizando la distribución del consumo de petróleo en usos industriales (ver cuadro N° 9) se observa que los 14 principales clientes absorven el 51.1% del consumo total del sector industrias, indicando una alta concentración empresarial; existe una gran dispersión geográfica, a nivel nacional de las mismas lo - cual incidirá negativamente en los costos de transporte del carbón mineral, en la pretensión de sustituir el petróleo como recurso energético para ciertos usos industriales.

CUADRO N° 9

PERU. Petróleo, Consumo por Principales Clientes, en Actividades Industriales, 1976

Cliente	Volúmen en bb.	Porcentaje
1. - Pesca Perú	2'260,000	13.4
2. - Southern Peru Copper Corp	2'136,000	12.6
3. - Centromín Perú	689,000	4.1
4. - Hierro Perú	566,000	3.3
5. - Cementos Lima	413,200	2.4
6. - CAP Paramonga	385,000	2.3
7. - Sider Perú	352,000	2.1
8. - Cementos Pacasmayo	327,100	1.9
9. - Cemento Andino	315,000	1.9
10. - CAP Casagrande	297,000	1.8
11. - Trupal	294,000	1.7
12. - Fertisa	230,000	1.4
13. - CAP Cartavio	207,000	1.2
14. - Cementos Sur	173,400	1.0
Sub-Total	8'644,800	51.1%
Otros	8'261,200	48.9
Total	16'906,000	100.0%

Fuente: Petro-Perú. Relación de ventas de petróleo Diesel y Residual.

II. - CARBON MINERAL EN EL PERU

Uno de los trabajos más antiguos que se conoce en materia de carbón, es el que fue realizado por don Eduardo de Rivero y Ustariz en 1855, año que publicó sus Memorias Científicas, donde da a conocer el empleo que tenía el carbón en la industria minera.

A partir de los primeros años del presente siglo y como consecuencia de la creación del Cuerpo de Ingenieros de Minas, sus técnicos hicieron numerosos estudios de los yacimientos de carbón en el país. El ingeniero Fermín Málaga Santolalla en el año 1917, con motivo de realizarse el Congreso Nacional de la Industria Minera, presentó un interesante trabajo titulado "El carbón en el Perú". En dicho trabajo, que se encuentra publicado en un boletín, presenta un capítulo con una reseña histórica, de todos los estudios y publicaciones realizados en el país. Dicha reseña empieza por el año 1855 y continúa año por año hasta 1917, conociéndose de esta manera la ubicación de los yacimientos, calidad de los carbones analizados, sus empleos en diferentes hornos y pequeñas fundiciones de minerales, proyectos de construcciones de obras con el propósito de explotación, etc.

En el año 1924, se creó por Decreto Supremo, y por intermedio del Ministerio de Fomento, la Comisión Carbonera y Siderúrgica Nacional con el propósito de que se encargase de estudiar todo lo relativo a la creación de la industria carbonera en gran escala. Esta Comisión entre sus facultades tenía la de presentar proyectos de modificación legislativa, estudios sobre vías de comunicación que debían construirse, modo de conseguir los capitales, estudios geológicos y técnicos de las cuencas que se explotarían, etc.

Esa Comisión durante el tiempo que duró su creación, elaboró una serie de proyectos, y ejecutó obras en la Cuenca Carbonera del Alto Chicama, como la construcción del terraplén y puentes de ferrocarril que sigue el curso del río Chicama. Este terraplén llega hasta el lugar denominado Baños Chimú, distante 83 kilómetros del pueblo de Chicama y 113 kilómetros de Trujillo. Parte de este terraplén fue enrialado, los que posteriormente fueron sacados. Actualmente este terraplén es utilizado para el tránsito de vehículos motorizados.

Se efectuó el trazo del ferrocarril, siguiendo el curso del río Huancay, hasta el pueblo de Coina, perteneciente al distrito de Usquil de la provincia de Otusco. El propósito de este proyecto era contar con una vía, capaz de transportar en gran volumen el carbón que debía explotarse en toda la cuenca del Alto Chicama. En el boletín N° 6 publicado por dicha Comisión, y que lleva el título de "La Zona Antracífera de Huayday", figuran los diversos estudios realizados en toda la cuenca del Alto Chicama, los proyectos del ferrocarril, posibles puertos de embarque, etc. El programa de estudios de esta Comisión adoleció de una parte fundamental, ésto es, estudios geológicos detallados que son imprescindibles para planear y ejecutar una industria de esta envergadura. Los estudios geológicos efectuados se limitaron a simples reconocimientos de campo.

Esta Comisión, por motivos políticos y económicos cesó en sus funciones el año 1930, quedando trunco todos sus proyectos.

Las actividades carboneras en el país, por parte del Gobierno, a partir de ese año, cesaron, y sólo la Compañía Cerro de Pasco Corporation era la única que continuaba trabajando su yacimiento de Goyllarisquizga para usos particulares (1908-1971).

Con motivo del último conflicto mundial, se sintió la necesidad de ampliar nuestro comercio exterior, y despertándose de este letargo, se empezó a sentir inquietud por trabajar nuestros yacimientos carboníferos. Es así que a partir del año de 1940, nuevos técnicos tanto nacionales como extranjeros, comenzaron a ver las posibilidades de explotar nuevos yacimientos, para lo cual se hicieron nuevos estudios. Así por ejemplo, el año de 1940, el Estado intentó trabajar los yacimientos de carbón bituminoso y antracitas, ubicadas entre La Oroya y Huancayo, siendo sus fines principales, la obtención de hidrocarburos sintéticos, para ello hizo reservas de áreas, efectuándose las exploraciones y estudios correspondientes. Los resultados de este proyecto, fueron desgraciadamente negativos, por ser dichos combustibles secos.

En el Alto Chicama, en el lugar denominado Baños Chimú, trabajó una pequeña compañía, que fue la primera en comerciar con la República Argentina, pero que por falta de experiencia en esta industria fracasó. La Cuenca del Santa, por ser la que ofrecía mejores posibilidades de ser explotada, por contar con una vía férrea, fue la que empezó a trabajar el carbón con fines de exportación. Se formaron

tres pequeñas compañías, con la intención de enviar el carbón a la Argentina. Desde el año de 1943, en que comenzaron sus actividades, esta pequeña industria tuvo fluctuaciones, de acuerdo a los contratos de venta de sus carbones, exportándose hasta 1965.

Por lo expuesto, se puede ver claramente que todos los esfuerzos realizados tanto por instituciones del estado a través de numerosas comisiones y estudios, como por parte de la actividad privada, no han - llegado a culminar en el logro de un desarrollo de la industria del carbón. El Perú cuenta con apreciables reservas de carbones minerales, que podrían sustentar una actividad minera dirigida a la generación de energía, fundamentalmente.

La situación del carbón con respecto al petróleo hasta 1973 era de mucha desventaja para aquél, debido a que el precio del petróleo era bajo. El Gobierno incentivaba su uso (con subsidios y manteniendo los precios internos por debajo de los precios internacionales) en todos los sectores posibles. A pesar de eso, y debido a que se exportaban ciertas cantidades de Antracita a la Argentina, se crearon pequeñas empresas explotadoras de carbón que por ser de pequeña escala tenían altos costos de explotación y al cerrarse el mercado argentino tuvieron que finalizar sus operaciones; quedando en la actualidad sólo unas cuantas con pequeñísima producción. Esto se debe a la falta de mercado interno, ya que el precio del petróleo fijaba el precio del carbón.

A partir de 1973 la situación cambió debido a la subida del precio, haciendo atractiva la posibilidad de explotar los recursos de carbón que cuenta el país. El uso del carbón mineral en los diferentes sectores productivos dependerá de la facilidad de los cambios tecnológicos necesarios, del crecimiento - contínuo de los precios internacionales del petróleo, así como de la abolición de los subsidios internos a los precios del petróleo Diesel y Residual.

La demanda potencial interna por carbones minerales y su localización determinarán las escalas de producción de los yacimientos seleccionados y, por tanto sus costos y precios.

1.- Reservas

Lima

a) Yacimiento de Oyón. - Consta de tres bloques

- bloque norte llamado Saquicocha
- bloque central llamado Pampahuay
- bloque sur llamado Cochaquillo

Se encuentran ubicados en el distrito de Oyón, Provincia de Cajatambo, Departamento de Lima entre - 3,500 y 4,500 m. s. n. m. y a 50 Km. del puerto de Huacho, en línea recta

El acceso a esta región es por las siguientes carreteras:
1.- Lima-Huacho-Sayán-Churín-Oyón (302 Km)
2.- Lima-Panamericana Norte, Km 102-Sayán-Churín-Oyón (250 Km)

El tramo Sayán-Oyón sufre interrupciones en la época de lluvias (Diciembre-Marzo). La topografía - del terreno es muy accidentada.

Análisis de Carbones de Pampahuay

Humedad	6%
Materia Volátil	16%-22%
Cenizas	6 -12%
Carbón Fijo	65 -75%
Azufre	0.5- 1%
Poder Calorífico	7,000-7,600 Kcal/Kgr
Indice Hinchamiento	2.5%-9%
Dilatación	0 -10.9%
Contracción	0 -26%

Clase de Carbón: Semibituminoso y Bituminosos
Reservas Prospectivas: 42'000,000 TM (*)

(*)"Los Carbones de los Yacimientos de Oyón y Gazuña" (Análisis Comparativo) por Ing. Frank Cerna Lima, Junio de 1977

Nota. - Este volumen de reservas y la calidad del carbón exige un mayor conocimiento y comprobación.

b) Yacimientos de Gazuna

Ubicado en la región carbonífera de Oyón, provincia de Cajatambo y Departamento de Lima, al norte - del área de Oyón-Pampahuay.

El acceso es por las mismas rutas utilizadas para el área del yacimiento carbonífero de Oyón hasta el pueblo de Oyón.

Características del Carbón

Humedad	6%
Materia Volátil	6 - 14%
Cenizas	5 - 10%
Carbón Fijo	70 - 85%
Azufre	0.5 - 1%
Poder Calorífico	7,000/7,600 Kcal/Kgr

Clase de Carbón: Semiantracita
Reservas Totales: 107'800,000 TM, de los cuales 25'400,000 TM son probadas y probables (*)

Ancash

a) Yacimientos del Santa

Está formado por diversas minas:

- Mina Centenario y Vizcaya. - Ubicados en el paraje Oxabal, distrito de Santa Rosa, Provincia Pallasca, Departamento de Ancash a 1,200/1,500 m.s.n.m. y a 104 Km. de Chimbote. (1)

El acceso a estas regiones es por la carretera Chimbote-Chuquicara-Quiroz-Cocabal.

- Mina Mis Sueños y San Jerónimo. - Ubicados en el paraje la Galgada, distrito de Tauca, Provincia de Pallasca, Departamento de Ancash, a 1200-1,800 m.s.n.m. y de 106 a 114 Km. de Chimbote. (2)

Su acceso es por la Carretera Chimbote-Chuquicara-Quiroz-La Galgada.

- Mina Lord. - Ubicada en el paraje La Limeña, distrito Santa Rosa, provincia Pallasca, Departamento de Ancash, a 800/1,200 m.s.n.m. y a 103 Km de Chimbote. (3)

- Mina Buen Amigo. - Ubicada en el distrito de Caraz, Provincia de Huaylas, Departamento de Ancash a 2,300 m.s.n.m. y a 180 Km. de Chimbote. (4)

El acceso a esta mina es por las siguientes carreteras:
- Chimbote-Chuquicara-Huallanca-Caraz (180 Km).
- Casma-Huaraz-Caraz (220 Km)

Análisis de Carbón

	(1)	(2)	(3)	(4)
Humedad	4%	4%	3 -6%	4 -5%
Materia Volátil	3 -4%	5 -6.5%	4 -6%	3 -4%
Cenizas	7 -12%	6 -12 %	8 -20%	5 -12%
Carbón Fijo	80-85%	80 -88 %	65-75%	80-90%
Azufre	0.4-0.8%	0.5 -1.0%	0.4 -1.0%	0.6 -1.0%
Poder Calorífico (*)	6,000-7,500	6000-7,500	5,000-7,500	6,000-7,500
Indice Hinchamiento	0	0	0	0
Dilatación-Contracción	0	0	0	0
Clase de Carbón	Antracita y Meta-Antrac.	Antracitas	Antracitas	Antracitas y Meta-Antrac.

(*) Kcal

Las reservas inferidas para estos yacimientos alcanzan el volumen de 250'000,000 de toneladas según recientes estudios hechos por el Ing. Julio Escudero Ratto del Ministerio de Energía y Minas, no especificando las reservas por cada yacimiento.

(*) Los Carbones de los Yacimientos de Oyón y Gazuna" (Análisis Comparativo) por Ing. F. Cerna, Lima, Junio 1977.

b) Yacimientos Tarica-Sihuas-Conchucos

Están ubicados, los dos primeros, en el distrito de Sihuas y Quiches respectivamente, Provincia de Sihuas y el tercero en el distrito de Conchucos, Provincia de Pallasca, Departamento de Ancash; a una altitud entre 3,000/3,500 m. s. n. m. y a 160 Km. de Chimbote por carretera afirmada.

Características del Carbón

Humedad	4-7%
Materia Volátil	4-6%
Cenizas	6-14%
Poder Calorífico	6,000-7,300 Kcal/Kgr
Clase de Carbón	Antracitas

Reservas Inferidas: 80'000,000 T. M.

c) Yacimientos San Marcos-Huallanca

El primero está ubicado en el distrito de San Marcos y Chavín de Huantar, Provincia de Huari, Departamento de Ancash y el segundo en el distrito de Huallanca, Provincia Dos de Mayo, Departamento de Huánuco, ambos yacimientos a una altitud de 3,000/4,500 m. s. n. m. y a una distancia del Callao de 440 Km por carretera afirmada y asfaltada.

Tipo de Carbón Antracitas
Reservas Inferidas 50'000,000 T. M.

La Libertad

-Yacimientos de Alto Chicama

- Mina Victoria-Julio César-Tres Amigos

Está ubicada en la región de Alto Chicama, distrito de Quiruvilca, Provincia de Santiago de Chuco, Departamento de La Libertad, a 3,200/3,600 m. s. n. m. y a 160 Km. de la ciudad de Trujillo.

El acceso a esta mina es por la carretera Trujillo-Quiruvilca-Callacuyán-Victoria.

Análisis del Carbón

Humedad	4 - 6%
Materias Volátiles	2.5- 4%
Cenizas	6 -10%
Carbón fijo	80 -85%
Azufre	0.5- 3%
Poder Calorífico	7,000 - 7,500 Kca/Kg
Indice Hinchamiento	0
Dilatación-Contracc.	0

Clase de Carbón
Meta-antracita y antracita
Reservas inferidas: 329'000,000 T. M. de las cuales 59 millones son Probadas y Probables. (*)

Junín

-Mina Jatunhuasi

Está ubicada en el distrito de Mito, Provincia de Concepción, Departamento de Junín a 4,600 m. s. n. m. y a 40 Km. de Huancayo.

El acceso a esta mina sería por carretera a un punto del ferrocarril Lima-La Oroya-Huancayo (340 Km)

(*) Id, página anterior

Análisis del Carbón

Humedad	5 - 6 %
Materias Volátiles	34 - 37 %
Cenizas	9 - 16 %
Carbón Fijo	40 - 55 %
Azufre	0.6 - 2.5%
Poder Calorífico	6,000 - 7,000 Kcal/Kg
Indice Hinchamiento	Sin información
Dilatación-Contracción	Sin información

Clase de carbón: Subituminoso o bituminoso de alto contenido de materias volátiles.
Reservas Inferidas son de 60 millones (*).

Cajamarca

a) Yacimiento Yanacancha

Está ubicado en La Hacienda Yanacancha, distrito La Encañada, Provincia y Departamento de Cajamarca; a 3,500 m.s.n.m. y a 40 Km. al norte de la ciudad de Cajamarca.

El acceso a este yacimiento es desde el puerto de Pacasmayo, por la carretera Pacasmayo-Cajamarca-Yanacancha (220 Km).

Análisis del Carbón

Humedad	8 - 12%
Materias Volátiles	28 - 30%
Cenizas	8 - 12%
Carbón Fijo	45 - 55%
Azufre	1 - 2%
Poder Calorífico	7,000 Kcal/Kg
Indice de Hinchamiento	0
Dilatación	0
Contracción	0 - 8%

Clase de Carbón: carbón bituminoso o medio volátil
Reservas Inferidas: 25 millones de T.M.

b) Yacimiento Piñipata

Está ubicado en el distrito de Hualgayoc, Provincia Hualgayoc, Departamento de Cajamarca a 3,000 - m.s.n.m. a una distancia de 310 Km por carretera afirmada y asfaltada al puerto de Pacasmayo.

Características del Carbón

Humedad	4 - 4.5%
Materia Volátil	3.5 - 7.9%
Cenizas	6.1 - 35.4%
Carbón Fijo	52.5 - 84.3%
Poder Calorífico	6,400 - 7,600 Kcal/Kgr

Clase de Carbón: Antracitas
Reservas Inferidas: 50'000,000 T.M.

c) Yacimiento Cupisnique

Está ubicado en el distrito de Trinidad, Provincia Contumazá, Departamento de Cajamarca, a una altitud de 1,000/2,300 m.s.n.m. La distancia al puerto de Pacasmayo es de 50 Km en línea recta (160 Km. por carretera)

Características del Carbón

Humedad	4 - 6 %
Materia Volátil	4 - 8 %
Cenizas	8 - 12 %
Carbón Fijo	70 - 80 %
Azufre	0.3 - 0.8%

(*) Dato proporcionado por el Ing. Julio Escudero Ratto.

Poder Calorífico 6,000 - 7,500 Kcal/kgr
Clase de Carbón: Antracita
Reservas Inferidas: 24'000,000 T.M.

Moquegua

- Yacimiento de Carumas

Está ubicado en el distrito de Carumas, Provincia Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua, a una altitud de 3,500 m.s.n.m. Esta a 220 Km entre camino de herradura y carretera, del Puerto de Ilo.

Características del Carbón

Humedad	3	- 5	%
Material Volátil	9	- 38	%
Cenizas	3	- 5	%
Carbón Fijo	54	- 70	%

Reservas Inferidas: 3'000,000 T.M.

Tumbes

- Yacimiento de Tumbes

Ubicado en el distrito de Zorritos y Casitas, Provincia de Contralmirante Villar y en el distrito de Tumbes, Provincia de Tumbes a una altitud de 50 a 250 m.s.n.m. y a 150 Km, por la Carretera Panamericana Norte, del Puerto de Talara.

Características del Carbón

Humedad	9	- 18%	
Material Volátil	27	- 32%	
Cenizas	20	- 36%	
Carbón Fijo	20	- 30%	
Azufre	4	- 5%	
Poder Calorífico	2,700	- 4,300	Kcal/Kg

Clase de Carbón: Lignito
Reservas Inferidas: 100'000,000 T.M.

2. - Producción

Como se puede observar en los cuadros correspondientes, a continuación, la producción de carbón en el Perú ha venido decreciendo paulatinamente hasta estacionarse en unas 12,000 toneladas anuales (*).

Esto se debió principalmente a que el mayor volumen de producción era proporcionado por la mina de Goyllarisquizga de propiedad de la ex-Cerro de Pasco Corporation. Dicho yacimiento producía carbón bituminoso en los rangos de 120,000 a 136,000 toneladas por año de carbón bruto o entre 33,000 y 47,000 toneladas de carbón limpio (período 1965-70) como se muestran en el cuadro N° 1. El resto del carbón que se producía y el que se produce todavía es del tipo antracita y sus volúmenes de extracción son muy pequeños: de 7,000 a 30,000 toneladas. Ver cuadro N° 1. Provienen de yacimientos pequeños de la zona de La Libertad, Ancash y Lima; principalmente de la Carbonera San Benito en La Libertad.

En el cuadro N° 3 se puede apreciar además la producción de coque nacional, que es producido íntegramente en La Oroya a partir de 1966; siendo la relación de coque a carbón de 1-1.33, en dicha planta.

(*) Según fuentes no oficiales, actualmente la producción de carbón sería de alrededor de 30,000 TM/A.

CUADRO N° 1

PERU. Producción de Carbón Antracitoso y Bituminoso

Año	Antracitoso Limpio		Bituminoso Bruto		Total	
	Cantid. T.M.	Valor S/x1000	Cantid. TM	Valor S/x1000	Cantid. TM	Valor S/x1000
1950	26,780	4,706	168,877	10,426	195,657	15,132
1951	63,762	10,303	121,958	9,513	185,720	19,816
1952	79,679	14,106	145,688	10,929	225,367	25,035
1953	68,916	15,850	141,334	12,715	210,250	28,565
1954	77,775	15,620	128,278	11,045	206,053	26,665
1955	15,636	5,272	120,524	9,689	136,160	14,961
1956	15,648	6,259	129,844	15,979	145,492	22,238
1957	17,250	5,209	123,307	14,574	140,557	21,474
1958	106,758	32,240	116,623	14,578	223,381	46,818
1959	59,152	15,962	114,005	20,373	173,157	36,334
1960	31,200	7,498	131,029	23,009	162,229	30,508
1961	20,922	4,912	146,186	25,978	167,108	30,890
1962	22,469	5,963	140,379	25,396	162,848	31,359
1963	9,600	2,578	121,559	22,004	131,159	24,582
1964	31,737	8,728	115,347	42,319	147,084	51,037
1965	7,730	3,306	121,200	52,257	128,930	55,563
1966	8,167	3,904	141,923	60,924	150,090	64,828
1967	12,580	6,013	154,260	66,486	166,840	72,499
1968	7,491	3,746	153,115	68,902	160,606	72,648
1969	7,588	3,710	154,181	66,436	161,769	70,146
1970	20,069	14,973	136,000	58,602	151,569	70,218
1971	16,259	14,606	---	---	16,259	14,606
1972	29,344	26,761	---	---	29,344	26,761
1973	10,220	9,321	---	---	10,220	9,321

Fuente: Anuario Minero del Perú. Dirección General de Minería. Ministerio de Energía y Minas.

CUADRO N°2

PERU. Producción de Carbón Antracitoso (TM Limpias).

Departamentos	1965	1966	1967	1968	1969	1970	**1971**	1972	1973
La Libertad									
Arístides Castro						6,936			
Carbonera San Benito	7,659	1,839	7,717				**2,111**	6,860	-----
Northen Perú	71	6,328	4,833	7,491	7,588	8,633	**8,607**	10,484	10,220
Luis Armas Berendsen	-----	-----	-----						
Aquiles Armas								2,000	
Ancash									
Fernando Méndez T.						2,500		4,000	
Lima									
Remigio Gonzáles						2,000		3,000	
Pequeños mineros								3,000	
TOTAL	7,730	8,167	12,550	7,491	7,588	20,069	**10,718**	29,344	10,220

Producción de Carbón Bituminoso (TM)

Departamentos	1965		1966		1967		1968		1969		1970		1971	
	brutas	lavadas	brutas	lavadas	brutas	lavadas	brutas	lavadas	brutas	**lavadas**	brutas	lavadas	brutas	lavadas
Junín														
Minas de Cercapuquio	1,114	----	935	-----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Pasco														
Goyllarisquizga (Cerro de Pasco)	120,086	33,500	140,988	57,534	154,260	54,270	153,115	54,270	154,181	**54,615**	136,000	47,600	(1)	
TOTAL	121,200	33,500	141,923	57,534	154,260	54,270	153,115	54,270	154,181	**54,615**	136,000	47,600	(1)	

(1) Sin datos. La mina de Goyllarisquizga dejó de producir

Fuente : Anuario Minero del Perú. Dirección General de Minería. Ministerio de Energía y Minas.

CUADRO N° 3

PERU. Producción de Coque Metalúrgico

(Toneladas Métricas)

Dptos.	Junín La Oroya		Pasco Fundición	
Año	Carbón	Coque	Carbón	Coque
1965	27,115	24,771	4,833	2,631
1966	25,535	18,583	(1)	(1)
1967	46,313	24,835		
1968	55,022	41,728		
1969	62,917	47,716		
1970	38,781	29,412		
1971	44,083	33,433		
1972	45,122	33,825		
1973	(2)	(2)		
1974	(2)	(2)		
1975	27,541	(3)		

(1) Dejó de producir a partir del año 1966

(2) Sin datos

(3) Debido a la mala calidad del carbón importado la producción de coque sólo alcanzó a 6,000 toneladas.

Fuente: Anuario Minero del Perú. Dirección General de Minería. Ministerio de Energía y Minas.

3. - Consumo

En el Perú, el carbón es consumido casi totalmente en la siderurgia y metalurgia no-ferrosa (en forma de coque) y una muy pequeña parte en calefacción y fraguas (fundiciones de metales), en diversas empresas mineras. La producción nacional desde 1973, sólo sirve para abastecer este último rubro, ya que como se ha mencionado, la mina Goyllarisquizga cerró en 1971. Desde entonces se importa carbón bituminoso para la producción de coque metalúrgico en La Oroya, el cual se usa en la fundición de plomo.

En 1975, se importó 51,500 toneladas de carbón bituminoso lavado para ese fin, por Centromín.

El consumo de carbón que hace Sider-Perú en Chimbote es en forma de coque, el cual se importa totalmente del Japón en volúmenes que van de 112,000 a 190,000 toneladas (período 1972-75) por año.

Actualmente Sider-Perú tiene un proyecto para instalar una planta de coquificación en Chimbote, considerado muy conveniente, debido al alto crecimiento de los precios del coque siderúrgico en el mercado internacional. Esto se debe a que, a pesar de que existen grandes reservas de carbón, el volumen de los de tipo coquificable es bastante pequeño en relación al total de carbones bituminosos. Dicho proyecto demandará carbones bituminosos coquificables que en parte se esperan extraer del yacimiento de Oyón (en un 30% , el 70% restante se tendrá que importar).

En el cuadro N°4 se observa que en 1975 el consumo nacional de carbón mineral equivalente fue de 339,000 T.M. lavadas del cual 81.3% se utilizó como coque en la industria siderúrgica.

CUADRO N°4

PERU. Consumo de Coque y Carbón Mineral en 1975

(en TM de Carbón equivalente)

Tipos de Carbón	TM	%	Uso	Orígen
Coque (en TMC.E)	275,500	81.3	Siderurgia	Japón
Carbón Bituminoso	51,500 (1)	15.2	Fund. Plomo	EE.UU.
Carbón Antracitoso y algo de bituminoso	12,000 (2)	3.5	Fraguas y Doméstico	Nacional
	339,000	100.0		

Nota. - Se utilizó para la conversión en carbón equivalente, la relación 1.45 TM de carbón= 1.00 TM de coque.

(1) Para producir 34,600 toneladas de coque metalúrgico

(2) En 1974 el consumo de carbón de las empresas mineras fue de 11,600 toneladas (sin contar las 50,000 de Centromín). La cantidad considerada es en realidad muy aproximada puesto que no se tiene registro de dicha producción.

4. - Importaciones

A partir de 1970, con el cierre de la mina de Goyarisquizga, el Perú ingresa a la lista de importadores de carbón mineral, especialmente del tipo bituminoso para coquificar (coque metalúrgico no siderúrgico). En el cuadro N°5 observamos que nuestro país ha tenido que ir pagando precios cada vez más altos por la importación de estos carbones.

Durante varios años y hasta 1964 (ver cuadro N° 6) nuestro país fue exportador de carbón del tipo Antracita. Su extracción provenía de la cuenca carbonífera de Santa y su mercado durante todo el período de exportación fue Argentina. Por múltiples razones las minas de esa cuenca redujeron la extracción a partir de 1961 y cerraron sus actividades hacia 1967.

CUADRO N° 5

PERU. Importaciones de Carbón Mineral

(toneladas cortas)

A. - Carbón Bituminoso

Año	Cantidad	Valor (US$)	Precio ($/TC)
1970	3,123	32,992	10.56
1971	25,718	276,986	10.77
1972	67,627	792,050	11.71
1973	22,401	380,063	16.97
1974	84,760	2'235,590	26.38
Ene-Oct '75	24,464	1'296,763	53.00

Fuente: para el período 1970-74 es International Coal Trade Feb '75, para 1975 y 1976: International Coal Trade Dic' 76.

B. - Carbón Antracitoso

Año	Cantidad	Valor (US$)	Precio ($/TC)
1970	6,196	121,070	19.54
1971	--	--	--
1972	--	--	--
1973	8	570	71.25
1974	--	--	--

Fuente: La misma que para el cuadro anterior

C. - Coque

Año	Cantidad	Valor (US$) FOB	Precio ($/TC)
1974	128	ND	--
1975	1,135	ND	--
Ene-Oct '75	1,131	157,908	139.62
Ene-Oct '76	24,414	1'040,081	42.60

ND = No disponible

Fuente: Para 1974 y 1975 es International Coal Trade, Feb '76 y para Ene-Oct de 1975 y 1976 el de Dic '76.

Nota. - Nuestras importaciones de carbón son de EE. UU., de donde, además, se adquiere coque, esporádicamente, en la modalidad Spot.

CUADRO N°6

PERU. Exportación de Carbón Antracitoso

Año	Cantidad TM.	Valor (en miles de S/.)
1950	57,539	11,640
1951	41,289	8,067
1952	41,328	15,520
1953	35,700	8,277
1954	18,735	4,549
1955	305	96
1956	5,101	1,168
1957	26,752	4,452
1958	2,401	819
1959	53,073	19,765
1960	27,431	6,863
1961	2,000	456
1962	10,623	3,031
1963	7,000	1,857
1964	9,794	2,292
1965	171	55
1966	50	16
1967	(1)	(1)

(1) Se dejó de exportar

Fuente: Anuario Minero del Perú. Dirección General de Minería Ministerio de Energía y Minas.

III. - SUSTITUCION DE PETROLEO POR CARBON MINERAL

Como hemos podido apreciar en el desarrollo del capítulo precedente, el uso del carbón mineral en el Perú ha estado circunscrito por mucho tiempo a la producción de coque metalúrgico no siderúrgico y a otros en pequeña escala (forjas, fundiciones, etc.) Hasta ahora, nunca se le utilizó en la generación de fuerza eléctrica, fundamentalmente porque se consideró al petróleo como un recurso barato y de fácil manipulación. Lo segundo sigue siendo valedero más no así lo primero. En diversos países con abundancia de recursos de carbón y petróleo se siguió una política energética cuyo objetivo era el uso combinado de éstos y otros recursos, pero, aún en ellos, al mantenerse un bajo precio para el petróleo por un período considerable de años, el uso del carbón mineral fue perdiendo posiciones frente al de petróleo. Sin embargo, a partir de 1973 estos países (EE. UU., Canadá, etc) han vuelto a programar mayores inversiones a fin de incrementar, en el menor tiempo posible, la extracción de carbón mineral.

En algunos países como Sud Africa se obtiene gasolinas de carbón mineral (*); y en Australia se empieza a desarrollar un proyecto para obtener combustibles líquidos de alta densidad, a partir de carbón (+).

Durante varias décadas, especialmente a partir de 1950, el uso de nuestros recursos carboníferos estuvo ausente de las políticas energéticas planteadas y ejecutadas para el desarrollo industrial del país.

Recién, a partir de la crisis de precios internacionales de petróleo y coincidiendo en ese momento, que nuestro país era un importador neto de petróleo crudo, volvieron a revivir algunos proyectos para el desarrollo de una minería del carbón.

Diversos son los sectores de la producción, en nuestro país, en donde existe las posibilidades tanto técnicas como económicas para la sustitución del uso de petróleo por carbón mineral. Tales posibilidades se concentran mayormente en la generación de fuerza eléctrica e industrias básicas (siderurgia, metalurgia no ferrosa, cemento, harina de pescado, fertilizantes, papel).

1. - Electricidad

En 1975, la generación de fuerza eléctrica se originó mayormente en centrales hidroeléctricas y el resto en centrales térmicas a petróleo. La principal fuente representó el 73% de la producción, mientras que las centrales térmicas a petróleo contribuyeron con: 16% las de vapor, 9% las de Diesel y 2% las de gas.

Durante el mismo año en referencia, como podemos apreciar en el cuadro N° 1, el consumo de petróleo en la producción de energía en las centrales térmicas a petróleo fue del orden de 494,280 Ton., el resto (140,380 Ton. de petróleo equivalente) correspondió al uso de gas y bagazo. El uso de petróleo en sí representó el 8.4% del consumo total nacional de petróleo crudo.

(*) Sud Africa obtiene el 60% de la producción total de gasolinas, de la transformación carboquímica de sus carbones bituminosos.

(+) El petróleo sintético se produce por el paso de carbón pulverizado, vapor y aire a través de un catalizador. Las diversas características de los carbones y las tecnologías carboquímicas utilizadas determinan la naturaleza de los productos finales.

CUADRO N° 1

PERU. Consumo de Petróleo, Gas y Bagazo en Plantas de Fuerza Eléctrica, 1975
(en Ton de Petróleo Equivalente)

Petróleo Residual	213,800	33.3
Petróleo Diesel	206,000	32.1
Petróleo Crudo	74,580	11.6
Bagazo (*)	87,000	13.6
Gas (+)	60,380	9.4
Total	641,760	100.0

Fuente: Anuario de Estadística Eléctrica 1975. Dirección General de Electricidad Ministerio de Energía y Minas

(*) 46.4 de petróleo = 1 ton de bagazo (Dato de CECOAAP)
(+) 38,009 pies^3 de gas = 1 ton de petróleo equivalente

Las centrales térmicas a vapor son las que consumen casi todo el petróleo residual, bagazo y petróleo crudo; con 312,800 Ton. de petróleo equivalente, absorven el 54.3% del combustible utilizado en la generación de fuerza térmica. De otro lado, las plantas Diesel, utilizan todo el petróleo Diesel y algo del residual, significando ésto el 36.3% del consumo total. Por último, las plantas térmicas a gas, consumieron el 9.4% del total de dichos combustibles utilizados en la generación de fuerza eléctrica por procesos térmicos.

La sustitución con carbón, en este sector, no sólo implicaría el reemplazo de petróleo, sino también de bagazo y gas. Indudablemente que debido a la dispersión de estas plantas en el territorio nacional, no será posible una sustitución total, su grado dependerá de las concentraciones zonales, aledañas a los yacimientos de carbón, factibles de explotar económicamente.

De los tres tipos de plantas mencionadas arriba, las que podrían utilizar carbón mineral son las de vapor; pero, para ello se necesita realizar algunos cambios (almacenamiento de combustible, sistema de inyección, quemadores, etc) cuya ventaja o desventaja económica tendría que sopesarse. Sin embargo, el uso de carbón mineral en este tipo de planta térmica es perfectamente factible en plantas nuevas diseñadas con la tecnología apropiada. En cuanto a los otros dos tipos, su reemplazo sería total por térmicas a carbón.

Dado que la mayor concentración de estas plantas térmicas a petróleo se ubica en la Costa Norte y Centro del país, su reemplazo sería total con el ingreso de producción del proyecto de Central Térmica a carbón, del Alto Chicama. La fuerza eléctrica que generaría esta central utilizaría la infraestructura (actualmente está en desarrollo), del sistema eléctrico integrado (Lima-Chimbote-Trujillo-Chiclayo).

La capacidad instalada de las centrales térmicas a petróleo en los Departamentos de Lambayeque, La Libertad, Ancash y Lima, es de 425 Mw. Esta capacidad podrá ser superada por los 480 Mw de la central térmica a carbón, proyectada para ubicarse en el Alto Chicama. Las plantas térmicas a petróleo que serían desplazadas por esta última, podrían ser relocalizadas en zonas muy apartadas del país, en donde lo elevado de los fletes para carbón no justifique su transporte.

El reemplazo de las plantas térmicas a petróleo, en la costa de los Departamentos mencionados, significaría un ahorro de algo más de 234,000 toneladas de petróleo por año (ver cuadro N°2). De otro lado mientras que el conjunto de centrales térmicas a petróleo produjeron (en 1975) 680'000,000 Kwh. la central a carbón del Alto Chicama, está proyectada para producir 2,320'000,000 Kwh (factor de carga de 60% y con un requerimiento de 1'250,000 Ton. de carbón por año); es decir casi 3.5 veces la actual producción, significando al mismo tiempo que las necesidades de energía para la costa norte pueden ser cubiertas inclusive a partir de la primera unidad de generación de dicha planta (160,000 Kw).

CUADRO N°2

PERU. Consumo de Petróleo, Gas y Bagazo en Plantas Térmicas en Costa Centro-Norte 1975

(en Tn. de Petróleo Equivalente)

Departamento	Petróleo crudo	Petróleo Diesel	Petróleo Residual	Gas	Bagazo	Total
Lambayeque	50	13,455	12,053	--	36,868	62,426
La Libertad	-	17,374	48,219	26.3	35,817	101,436.3
Ancash	-	22,895	9,027	--	--	31,922
Lima	-	11,606	26,622	--	--	38,228
	50	65,330	95,921	26.3	72,685	234,012.3

Fuente: Anuario de Estadística Eléctrica 1975 - Ministerio de Energía y Minas

Aún cuando un proyecto como el de Alto Chicama es altamente costoso (fundamentalmente porque no existe infraestrucutra alguna: mina en explotación, captación de agua, vía de acceso apropiadas, etc) en plazos inmediatos a sus funcionamiento provocará un considerable ahorro en divisas extranjeras al país. La inversión para una central térmica a carbón está considerada (1975) en US$ 400 - 500 por Kw instalado, superior a las que demandan las centrales a petróleo y a gas (US$ 350 - 450 y US$ 250 - 350, respectivamente) ; pero económicamente más ventajosas que en el caso de centrales hidroeléctricas: US$ 900-1,100 por Kw instalado. Sin embargo estas últimas son más ventajosas en lo que a costos de operación y mantenimiento se refiere. En seguida presentamos una relación de ventajas y desventajas que presentan tanto las centrales hidroeléctricas como las térmicas a carbón mineral.

Hidroeléctricas

a) Ventajas
- sus costos de operación son bajos
- utiliza el agua, recurso inagotable
- el período de vida económica es bastante largo
- no produce polución del medio ecológico

b) Desventajas
- Inversión inicial bastante alta
- el período de desarrollo del proyecto es bastante largo
- necesita de abastecimiento de considerables volúmenes de agua

Termoeléctricas a Carbón

a) Ventajas
  sustituye al petróleo, recurso más escaso y caro
- sus costos de operación son más bajos que en las térmicas a petróleo o gas
- se cuenta con suficientes reservas de carbón como para alimentar a la planta por un largo período (más de 25 años para el caso de Alto Chicama)

b) Desventajas
- el carbón mineral es contaminante del medio ambiente
- el alto contenido de cenizas en el carbón
- la manipulación de grandes volúmenes de combustible
- peligrosidad de autocombustión del combustible almacenado

En todo caso pensamos que las centrales hidroeléctricas deben considerarse en proyectos de gran envergadura y a largo plazo (acompañadas de irrigaciones de preferencia). Las centrales térmicas a carbón jugarían un rol preponderante en los planes de corto y mediano plazo.

En el cuadro N° 3 observamos que la producción de energía eléctrica más que se triplicaría hacia 1995, esta tendencia del crecimiento de la generación de fuerza eléctrica se deriva de la tendencia de la de - manda nacional.

En el largo plazo, la participación relativa de la hidro-fuerza se incrementa debido a las grandes posibilidades que existen en nuestro país, en cuanto al uso de sus recursos hidráulicos para ese fin. Así se aprecia que de una participación del 73% en 1975 se llega al 80% en 1995. El resto de energía eléctrica sería producido por plantas térmicas a petróleo, a menos que se logre la sustitución parcial o total de este recurso por carbón mineral.

Mientras que el consumo de petróleo en la generación de fuerza eléctrica en 1975 equivalió a 960,000 - T.M. de carbón mineral, la proyección indica que en 1995 esta equivalencia sería de 2'715,000 T.M. de carbón.

En el siguiente capítulo intentamos dimensionar cuanto del petróleo destinado a ese uso podría ser sustituído por carbón a partir de 1980.

CUADRO N° 3

PERU. Proyección de la Producción de Fuerza Eléctrica: 1975-1995

Año	Generación Electrica Total 10^6 Kwh	Corresponde a Térmica 10^6 Kwh	Consumo Petróleo en generac. térmica TPC	Consumo de carbón equivalente Ton
1975	7,486	1,870	620,000	931,100
(*)76	7,970	1,900	620,000	931,100
77	8,490	2,120	728,000	1'092,000
78	9,040	2,260	776,000	1'164,000
(*)79	9,630	2,310	793,000	1'190,000
80	10,250	2,460	844,000	1'266,000
81	10,920	2,620	899,000	1'349,000
82	11,630	2,790	958,000	1'437,000
(*)83	12,390	2,850	978,000	1'467,000
84	13,190	3,030	1'040,000	1'560,000
85	14,050	3,230	1'108,000	1'662,000
86	14,960	3,440	1'181,000	1'772,000
(*)87	15,930	3,500	1'201,000	1'802,000
88	16,970	3,730	1'280,000	1'920,000
89	18,070	3,970	1'363,000	2'045,000
90	19,250	4,230	1'452,000	2'178,000
91	20,500	4,300	1'476,000	2'214,000
92	21,830	4,580	1'572,000	2'358,000
93	23,250	4,880	1'675,000	2'513,000
94	24,760	4,950	1'700,000	2'550,000
(*)95	26,370	5,270	1'810,000	2'715,000

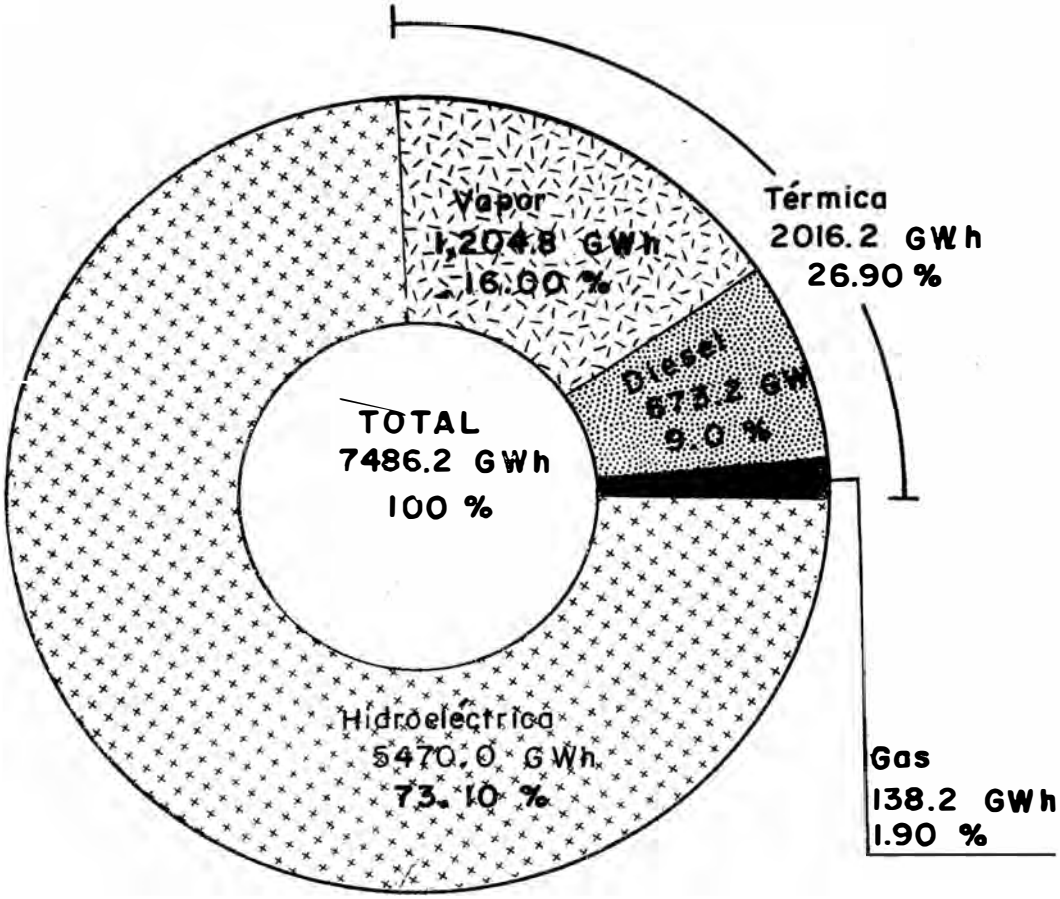
Nota. - La proyección utilizó una tasa de crecimiento de 6.5% anual

Para el período 1976-78 se ha considerado el 25% de la generación eléctrica total, como térmica; para:

79 - 82	se ha considerado el	24%
83 - 86	" "	23%
87 - 90	" "	22%
91 - 93	" "	21%
94 - 95	" "	20%

Según fuente de la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas, una serie de - proyectos (cuadro N° 4) harán frente al crecimiento de la demanda por energía eléctrica hasta 1990. Todos excepto uno (Central Térmica de Alto Chicama), son proyectos de centrales hidroeléctricas, lo cual incrementará la importancia de esta fuente energética en el largo plazo.

COMPOSICION DE LA ENERGIA ELECTRICA PRODUCIDA EN EL PAIS AÑO 1975



CUADRO N° 4

PERU. Proyectos de Centrales Eléctricas para el período 1977-1990

Proyecto	Potencia Instalada MW	Año de Operación	Monto de Inversión (*) (millones de S/. de 1976)
1. - II etapa C. H. Mantaro	456.0	1978-80	4,645.7 (+)
2. - Ampliación Cañón del Pato	50.0	1979-80	1,088.8
3. - C. H. de Poechos	11.0	1980	468.5
4. - C. H. Culqui	25.0	1981	1,450.0
5. - Ampliación C. H. Machupicchu	69.9	1979	1,852.2
6. - C. H. Restitución	200.0	1981	4,837.0
7. - C. H. Yuncan-Paucartambo II	111.0	1983	6,212.5
8. - C. H. Charcani V	135.0	1982	4,086.5
9. - C. T. Carbón Alto Chicama	480.0	1982-84	14,469.0
10. - C. H. Sheque	600.0		23,565.0 (+)
11. - C. H. Majes	464.0	1984-90	24,064.8 (+)
12. - C. H. Olivos	370.0	1985-89	13,539.9
Total	2,971.9		100,279.9

Fuente: Anuario de Estadística Eléctrica 1975, pág. 145

(*) Costos de construcción al 21-07-1976, estimados por DGE-DDE, no incluye Gastos Financieros.

(+) Incluye obras de afianzamiento y/u obras comunes en proyectos de propósitos múltiples.

2. - Minería

El sector de minería, excluída la actividad extractiva de hidrocarburos consumió 3'917,000 barriles de petróleo en 1974. Cálculos para 1976 estiman que dicho nivel de consumo haya subido a alrededor de 4'200,000 de barriles , de los cuales aproximadamente el 26.3% se utilizó en la generación de fuerza eléctrica; habiendo sido el mayor porcentaje de este combustible, destinado a otros usos tales como: hornos de fundición, transportes y afines, forjas, hornos de peletización, etc.

Por estructura de consumo, registrado en 1974, agrupamos los usos múltiples de petróleo en el sector de minería en dos rubros prüncipales: a) hornos y procesos metalúrgicos y b) transportes y afines. La distribución del consumo de petróleo en estos dos rubros significó el 60% y 40% respectivamente. Dado que en el segundo caso la posibilidad de sustitución de petróleo por carbón mineral es muy remota, sólo consideramos como área de sustitución factible al rubro (a). No hemos considerado en esta estructura de consumo del sector minero al petróleo utilizado en la generación de fuerza eléctrica por haberlo incluído anteriormente en el sector electricidad.

En el siguiente cuadro presentamos la estructura de la demanda por petróleo del sector minería, en base a las estimaciones para 1976.

Rubro	Consumo petróleo: bb	% del Total
- Generación de fuerza eléctrica	1'100,000	26.2
- Transporte y afines	1'150,000	27.4
- Hornos y procesos metalúrgicos	1'950,000	46.4
Total	4'200,000	100.0

Como sostuvimos anteriormente, las posibilidades de sustitución de petróleo por carbón mineral, incidirá en este caso en el rubro hornos y procesos metalúrgicos.

Antes de ingresar al análisis de sustitución creemos conveniente detenernos un poco para explicar las fuentes de abastecimiento de energía eléctrica al sector minero nacional.

Como se puede observar en el cuadro N° 5, en 1975, la capacidad instalada para la generación de fuerza eléctrica en el sector de Minería estuvo representada en 46% por plantas hidroeléctricas y el 54% - por plantas térmicas a petróleo. La escasez de recursos hidraúlicos y la falta de infraestructura física necesaria en diversas zonas mineras del país han ido determinando el predominio de la instalación de plantas térmicas a petróleo para el abastecimiento de energía a las actividades de producción minero-metalúrgicas. La existencia de estos dos tipos de fuente energética ha significado una gran brecha en los costos de energía cuyos extremos fueron del orden de S/. 0.30 por Kwh (en centrales hidroeléctricas) y S/. 2.65 Kwh (en centrales térmicas a petróleo) en 1975.

CUADRO N° 5

PERU. Minería: Energía Eléctrica. Capacidad Instalada por tipo de Fuente. 1975

(en Kw instalados)

Sub-Sectores	Centrales hidroelectricas	%	Centrales Térmicas	%	Total	%
Minería	38,630	32.9	78,865	63.1	117,495	100.0
Metalurgia	183,400	50.8	179,205 (*)	49.2	362,605	100.0
	222,030	46.2	258,070	53.8	480,100	100.0

Fuente: La Minería en el Perú, Anuario Minero Comercial 1976.

(*) Involucra las centrales de San Nicolás y Punta Tablón. Estas también abastecen de energía a la extracción y transporte de minerales, pero en menor proporción que a la actividad metalúrgica.

En cuanto al consumo de combustibles en las centrales térmicas a petróleo (ver cuadro N° 6) casi el - 83% fue utilizado por la Gran Minería en 1975, destacando dos empresas en el conjunto: Hierro Perú y Southern Peru Copper Corp. con tres plantas térmicas. El 17% restante fue utilizado por la Mediana - Minería, en un sin número de plantas localizadas en diferentes zonas mineras del país.

En 1976 se presentó un cambio importante en la empresa Hierro Perú. El uso de petróleo residual disminuyó en casi una tercera parte, debido al ingreso de energía de la Central Hidroeléctrica del Mantaro. El objetivo en este caso es el de una total eliminación de la planta térmica a petróleo en San Nicolás, - con la cual el país ahorraría de este muy escaso combustible.

CUADRO N° 6

PERU. Minería: Consumo de Combustibles por Principales Plantas Térmicas, 1975

(en barriles)

Empresa	Petróleo Diesel	Petr. Residual	Petroleo Crudo	Total
Hierro Perú	278	776,936	----	777,241 (*)
Southern				
- Punta Tablón	---	---	447,638	447,638
- Toquepala	5,990	---	----	5,990
Centromin-Cobriza(+)	53,822	---	----	53,822
Northern Perú	38,010	---	----	38,010
Otras (+)	200,000	---	----	200,000
Total	324,734	776,936	447,638	1'549,335

Fuente: (+) Declaraciones Juradas de las Empresas Mineras, Anuario de Estadística Eléctrica, 1975 DGE-MEM.

(*) No considera disminución del uso de petróleo por sustitución con energía de la Central Hidroeléctrica del Mantaro.

Retomando el rubro concerniente a usos de petróleo en hornos y procesos metalúrgicos, materia de evaluación en la búsqueda de posibilidades de sustitución por carbón mineral, consideramos que en algunos usos específicos dicha sustitución es factible. Como dijimos anteriormente, en 1976 se utilizó alrededor de 1'950,000 barriles de petróleo en hornos y procesos metalúrgicos. De ese volumen el 86% lo consumieron tres empresas: Southern Peru Copper Corp. (933,000 bb), Hierro Perú (390,000 bb) y Centromín (272,000 bb).

En el caso de la primera empresa, se utilizó el petróleo en los hornos de fundición de cobre, en Ilo; en el segundo, en los hornos de tostación de pellets de hierro en las líneas N°1 y N°2 (en San Nicolás) y en el tercer caso, en los hornos de fundición de cobre (en La Oroya).

El resto del consumo (14%) se distribuye entre un sin número de plantas de concentración de la mediana minería. Mayormente allí se utiliza el petróleo para el secado de concentrados de minerales y en algunos casos en procesos piro-hidrometalúrgicos (producción de bullón de plata en San Juan de Lucanas). Pensamos que por la gran dispersión geográfica de estas plantas y la pequeña escala de uso de este combustible en cada una de ellas, se dificultaría enormemente la sustitución por carbón mineral para estos usos.

Consideramos que cualquier posibilidad técnico-económica de sustitución de petróleo por carbón mineral en usos de fundición y procesos metalúrgicos descansará en las tres empresas anteriormente mencionadas. La sustitución parcial o total en este caso tendría que ser sustentada por investigaciones tecnológicas para el cambio de combustible para dichos propósitos y por la inversión que tal cambio requeriría (*).

Teniendo en cuenta estas posibilidades de sustituir petróleo por carbón mineral en las operaciones de fundición y procesos metalúrgicos y basándonos en la estructura de consumo de combustible para ello y en un crecimiento de la demanda (acorde con nuevos proyectos de expansión programados por las empresas mineras más importantes), hemos proyectado hasta 1995, el consumo de petróleo en este rubro y su equivalente en carbón mineral, con posibilidades de sustitución en el mediano y largo plazo. En el cuadro N°7 apreciamos que dicho consumo se incrementaría en 2.6 veces en un período de 20 años a partir de 1975. Su mayor concentración estaría en las zonas de: Ilo, La Oroya y San Nicolás.

(*) Son muy pocas las referencias que al respecto hemos podido detectar en el país. En el caso de Hierro Perú, existe un estudio básico del Ing. Máximo López, en el cual se propone la utilización de antracita en la tostación de pellets en las plantas de San Nicolás, mediante el cambio a parrillas fijas especiales, el uso de un sistema de abastecimiento por gravedad y eliminación de cenizas, automáticamente por un ducto reducido a un canal de desagüe. En cuanto a la preparación del carbón propone una planta de Heavy Media Separation, en la cual se podría tratar carbón de cuatro tamaños, preparando el medio con magnetita a una gravedad específica de 1.7, en el cual se corta perfectamente a la antracita del estéril que lo acompaña. El autor considera que este medio es fácil de obtener puesto que en San Nicolás se está trabajando con 2.9 de gravedad específica.

De comprobarse la veracidad técnica y justificarse económicamente el proyecto, ello significaría la sustitución de 390,000 bbs. de petróleo por 100,000 ton. de antracita por año (al actual nivel de producción de pellets).

Ver "Antracita Peruana para sustituir al petróleo" - Máximo López S. - 1976.

CUADRO N°7

PERU. Minería: Proyección del consumo de petróleo en Hornos y Procesos Metalúrgicos

(en toneladas)

Año	Petróleo	Carbón Equivalente
1975	266,000	399,000
1976	279,000	418,000
1977	293,000	439,000
1978	308,000	462,000
1979	323,000	484,000
1980	339,000	508,000
1981	356,000	534,000
1982	374,000	561,000
1983	393,000	589,000
1984	413,000	619,000
1985	433,000	649,000
1986	455,000	682,000
1987	478,000	717,000
1988	502,000	753,000
1989	527,000	790,000
1990	553,000	820,000
1991	580,000	870,000
1992	610,000	915,000
1993	640,000	960,000
1994	672,000	1'008,000
1995	706,000	1'059,000

Nota. - Se ha considerado un incremento de 5% anual, que es el mismo que ha tomado como base el MEM (Minería y Energía en el Perú), para su proyección de consumo total petróleo.

3. - Industria del Cemento

En la producción de cemento, durante el año 1976, (2'480,000 T.M.) se utilizó algo más de 1'570,000 barriles de petróleo, de los cuales 89.2% se destinó al uso en hornos para la elaboración de clinker y el restante 10.8% a la generación eléctrica. Como en casos anteriores, en esta oportunidad sólo trataremos el uso en hornos, por cuanto el segundo rubro de utilización se incluyó en el sector Electricidad.

Las plantas de cemento que poseen sus propias centrales térmicas a petróleo son: Cementos Pacasmayo, Cemento Andino (Tarma) y Cemento Sur (Juliaca), ver cuadro siguiente:

CUADRO N° 8

PERU. Cemento: Consumo de Petróleo en Generación Eléctrica, 1975

(en barriles)

Empresa	Volumen
Cemento Pacasmayo	109,600
Cemento Sur (Juliaca)	48,300
Cemento Andino (Tarma)	11,900
Total	169,800

Fuente: Estadística de Electricidad, DGE-MEM

Siguiendo la estrategia de sustitución planteada, vemos en el cuadro N° 9 que para 1975 ésta era del orden de 1'390,000 bbs. de petróleo, utilizados en los hornos de las diferentes plantas de cemento del país. De las reuniones técnicas sostenidas con especialistas de Cementos Lima y Cemento Andino, se deduce que en algunos países del mundo ya existe tecnología que utiliza carbón mineral en vez de petróleo en los hornos para producir cemento.

En cuanto a la adecuación de las actuales plantas de cemento en el país, al uso de carbón mineral se recomienda tener en cuenta los siguientes cambios para su realización.

a) Almacenamiento: se requiere de un sistema adecuado, el que involucra mayor espacio disponible y un equipo especial para el transporte.
b) Preparación mecánica: será necesario un sistema especial para pulverizar el carbón; es decir, se requiere de un equipo para molienda fina para malla-225. Es indispensable un equipo de pre-secado y otro de aire para pulverizar y atomizar el carbón en polvo.
c) Sistema de inyección al horno: será necesario el cambio de sistema de inyección al horno así como el tipo de quemador actualmente instalado.

Aún cuando estas recomendaciones son muy valiosas, creemos que de todos modos es indispensable realizar las investigaciones tecnológicas necesarias a fin de determinar los métodos más adecuados para este cambio. En todo caso habría que utilizar en nuevos proyectos de plantas de cemento las tecnologías existentes, diseñadas para el uso de carbón mineral.

CUADRO N° 9

PERU. Cemento: Consumo de Petróleo, 1974-1976. Proyección 1977-1978

(en miles de barriles)

Empresas	1974	1975	1976	1977 (*)	1978 (*)
Cementos Pacasmayo	315	318	360	350	370
Cementos Andino y Lima	821	899	973	980	990
Cemento Yura y Caracoto	198	244	244	242	245
Total	1,334	1,561	1,577	1,572	1,605

(*) Proyección de ventas de Petro-Perú

Fuente: Oficina de Estadística de Petro-Perú.

En el siguiente cuadro observamos que hacia 1995 el consumo de petróleo en hornos para producción de cemento se incrementaría en 2.5 veces en 20 años, lo cual hará bastante significativo el uso de este combustible. Nuestra proyección se ha basado en la utilizada por el MIT, en su plan de desarrollo de la industria del cemento. Tal incremento del consumo en 1995 equivaldría a 750,000 Ton. de carbón - mineral.

CUADRO N°10

PERU. Cemento: Proyección del Consumo de Petróleo en hornos para producción de Petróleo

1976-1995 (en Ton.)

	Producción de Clinker en TM	Consumo de Petróleo (barriles)	Consumo de Petróleo TM	TM de Carbón Equivalente
1976	2'480,000	1'393,000	199,000	298,000
1977	2'500,000	1'412,000	202,000	303,000
1978	2'625,000	1'460,000	209,000	313,000
1979	2'756,000	1'532,000	219,000	328,000
1980 (*)	2'850,000	1'585,000	226,000	340,000
1981	3'021,000	1'680,000	240,000	360,000
1982	3'202,000	1'780,000	254,000	380,000
1983	3'394,000	1'887,000	270,000	405,000
1984	3'600,000	2'000,000	286,000	429,000
1985 (*)	3'870,000	2'152,000	307,000	460,000
1986	4'063,000	2'260,000	323,000	484,000
1987	4'267,000	2'372,000	340,000	510,000
1988	4'480,000	2 490,000	356,000	535,000
1989	4'704,000	2'615,000	375,000	560,000
1990	4'939,000	2'746,000	392,000	590,000
1991	5'186,000	2'883,000	412,000	620,000
1992	5'445,000	3'027,000	432,000	650,000
1993	5'718,000	3'180,000	455,000	680,000
1994	6'004,000	3'338,000	475,000	715,000
1995	6'300,000	3'503,000	500,000	750,000

(*) Proyección basada en el Documento publicado por el MIT-1974 - Plan de Desarrollo de la Industria del Cemento.

En base a esta proyección, se ha considerado un incremento de 5% anual para los demás años.

4. - Industria de Harina de Pescado

En la elaboración industrial de harina de pescado se utiliza un volumen apreciable de petróleo, cuyo nivel varía en relación al volumen de insumo (anchoveta) que ingresa a los hornos del sin número de plantas ubicadas a lo largo de la costa norte, centro y sur del país.

En 1976, esta industria utilizó alrededor de 1'760,000 barriles de petróleo (ver cuadro N°11) en los hornos de tostación de anchoveta, para producir cerca de 660,000 T.M. de harina de pescado. Si tenemos en cuenta que esta industria acostumbraba a producir alrededor de 2'000,000 de T.M. de harina de pescado por año en los primeros años de la presente década, podemos asumir que el consumo de petróleo en las plantas harineras fue tres veces superior al actual nivel de consumo y que se podría retomar tal nivel cuando el insumo (anchoveta) vuelva a pescarse en los volúmenes de entonces.

CUADRO N° 11

PERU. Pesca: Consumo de Petróleo en la Elaboración de Harina de Pescado (en miles de barriles)

Año	Petróleo	Harina de Pescado (T.M.)
1971	S.D.	1'934,540
1972	S.D.	902,330
1973	S.D.	423,822
1974	1,778	909,165
1975	1,369	709,217
1976	1,760	893,785

Fuente: Oficina de Estadística de Petro-Perú
Memoria 1976. Banco Central de Reserva del Perú

Sin embargo la producción de harina de pescado en los próximos años descenderá a niveles más bajos - que el registrado en 1973. Se estima que el presente año (1977) dicha producción sería de alrededor de 300,000 T.M.

Para nuestra proyección del consumo de petróleo en la elaboración de harina de pescado, hemos asumido conservadoramente que entre 1978 y 1981 esta producción sería del orden de 150,000 T.M. por año. Esta asunción se basa en las recomendaciones que ha planteado IMARPE en cuanto a captura de anchoveta en los próximos cuatro años. Consideramos como asunción, que hacia 1995 la industria de harina de pescado podría recuperar los niveles de producción registrados en 1970-71. De cumplirse esta proyección el consumo de petróleo se duplicaría en 20 años, tomando como base a 1976 (ver cuadro N° 12). Su equivalente en carbón mineral pasaría de 380,000 T.M. en 1976 a 774,000 T.M. en 1995.

CUADRO N° 12

PERU. Pesca. Proyección de Consumo de Petróleo en la Producción de Harina de Pescado 1975-1995

Años	Producción de Harina de Pescado (Ton.)	Consumo de Petróleo (Ton.)	Consumo de Carbón equivalente (Ton.)
1975	709,217	196,000	
1976	893,785	251,000	380,000
1977 (p)	300,000	84,000	126,000
1978	150,000	42,000	63,000
1979	150,000	42,000	63,000
1980	150,000	42,000	63,000
1981	150,000	42,000	63,000
1982	300,000	84,000	126,000
1983 (*)	345,000	97,000	146,000
1984	396,000	111,000	167,000
1985	456,000	128,000	192,000
1986	525,000	147,000	221,000
1987	603,000	169,000	254,000
1988	694,000	194,000	291,000
1989	798,000	223,000	334,000
1990	918,000	257,000	385,000
1991	1'055,000	296,000	443,000
1992	1'214,000	340,000	509,000
1993	1'396,000	390,000	585,000
1994	1'605,000	450,000	673,000
1995	1'845,000	517,000	774,000

(p) preliminar
(*) se ha estimado un incremento de 15% anual a partir de 1980.

En cuanto a la factibilidad técnica para acondicionar el uso de carbón mineral en los hornos de tostación en esta industria, se obtuvo algunas referencias que en 1962 se realizaron pruebas quemando antracitas. Los resultados fueron negativos debido al alto contenido de azufre y cenizas en dichas antracitas. Ello detenía la producción para recolectar el alto volumen de cenizas. Sin embargo, consideramos que será necesario establecer un programa de investigación tecnológica, tanto a nivel de los carbones adecuados

para este fin como en la de ingeniería de diseño de equipos para el cambio de combustión en dichos hornos, o su utilización en nuevas plantas (*).

5. - Cooperativas Azucareras

Por mucho tiempo, en la industria del azúcar, se utilizó exclusivamente el bagazo para la generación de fuerza eléctrica y vapor para usos industriales. El mayor consumo de petróleo se daba en el sistema de transporte (ferrocarril) de la caña de azúcar. Durante la década de 1960 se cambia dicho sistema por el de grandes camiones. Del mismo modo se va modificando, en algunos ingenios más que en otros el uso de combustibles para la generación de fuerza eléctrica. En ese sentido se introdujo el uso de petróleo, combinado con bagazo de caña, como combustible para tal fin.

Actualmente en las cooperativas azucareras existen calderos que pueden ser alimentados con petróleo y/o bagazo indistintamente. En el caso de la CAP Paramonga estos calderos utilizan solamente petróleo, debido a que el bagazo se destina íntegramente a la fabricación de papel. En cuanto a las demás San Jacinto destina el 80% de su bagazo a la generación de fuerza eléctrica; Cartavio, Casagrande y Laredo el 50%; Tumán, Pucalá, Cayaltí y Pomalca casi todo su bagazo. CECOAAP, estima que entre 1982 y 1983 todo el bagazo de las doce cooperativas azucareras se derivaría a la industria del papel. Esto significaría que la fuerza eléctrica y la generación de vapor industrial que necesitan dichas CAPs, tendrían que producirse utilizando petróleo exclusivamente.

En el cuadro N°13 se observa, que el consumo de petróleo residual N°6 se ha mantenido casi constante que en los últimos tres años. De ese total hemos supuesto (por aproximación) qu el 50% es utilizado en la generación de fuerza eléctrica y el restante 50% en usos industriales. Como en el sector Electricidad habíamos considerado la participación de las CAPs azucareras, en este sector consideramos sólo el 50% destinado a usos industriales.

Geográficamente, el consumo de petróleo para fines industriales en las CAPs azucareras se localiza en la costa norte (Lambayeque, Prov. de Trujillo y Prov. de Santa) y Costa centro (Prov. de Chancay).

CUADRO N°13

PERU. CAPs Azucareras: Consumo de Petróleo en Generación Eléctrica y Usos Industriales 1974-1978

(en miles de barriles)

Año	Total (1)	Generación Eléctrica	Usos Industriales
1974	1,161	508.5	508.5
1975	1,233	616.5	616.5
1976	1,114	557.0	557.0
1977 (*)	1,170	585.0	585.0
1978 (*)	1,206	603.0	603.0

Fuente: Petro-Perú - Oficina de Estadística

(1) No incluye petróleo Diesel N°2 porque consideramos que se destina casi en su totalidad a los vehículos de transporte de caña de azúcar.

(*) Proyectado por Petro-Perú

Con el mismo resultado que el que se obtuvo en los hornos de tostación, en la producción de harina de pescado, se realizaron algunas pruebas en los calderos de algunas CAPs azucareras, en los cuales se utilizó carbón mineral como sustituto del petróleo. El alto contenido de azufre y cenizas fue el esco -

(*) Por información directa de Pesca-Perú, se nos refirió que en Sud-Africa se aplica tecnología, creada en ese país, en la cual el combustible utilizado es carbón mineral.

llo más grande que se detectó. Pero, aún así pensamos que solamente un acusioso programa de investigación tecnológica en este sector agro-industrial podrá determinar las posibilidades de sustitución de petróleo por carbón mineral, ya sea utilizando el actual sistema de calderos, o proponiendo uno nuevo. Según información técnica de CECOAAP, el tipo de calderos que utiliza carbón mineral ya ha sido desarrollado en otros países, para la industria azucarera.

Basándonos en las posibilidades de expansión del área de cultivo de caña de azúcar en el Perú, hemos proyectado la oferta de caña para molienda (ver cuadro N° 14). A partir de este dato se ha determinado la proyección del consumo de petróleo (y carbón equivalente) para usos industriales en el conjunto de CAPs azucareras. En el cuadro en referencia observamos que el crecimiento de tal consumo, entre 1975-1995 es bastante lento, debido a la pequeña expansión de las tierras de cultivo para caña de azúcar y, por ende, la de cosecha de caña.

CUADRO N° 14

PERU. CAPs Azucareras: Proyección de producción de caña de azúcar y consumo de petróleo para usos industriales

Año	Caña Molida (en miles de Tons.)	Consumo de Petróleo (Tons.)	Consumo de Carbón equivalente (Tons.)
1975	9,600	88,000	132,000
1976(e)	9,500	80,000	120,000
1977(*)	9,642	81,000	122,000
1978	9,787	82,000	123,000
1979	9,934	83,000	125,000
1980	10,083	85,000	127,000
1981	10,234	86,000	129,000
1982	10,388	87,000	131,000
1983	10,544	88,000	133,000
1984	10,702	90,000	135,000
1985	10,862	91,000	137,000
1986 (+)	10,970	92,000	138,000
1987	11,080	93,000	139,000
1988	11,191	94,000	141,000
1989	11,303	95,000	142,000
1990	11,416	96,000	144,000
1991	11,530	97,000	145,000
1992	11,645	97,500	147,000
1993	11,762	98,500	148,000
1994	11,880	99,500	150,000
1995	11,998	100,500	151,000

(e) estimado
(*) a partir de este año un incremento de 1.5%
(+) a partir de este año un incremento de 1.0%

6. - Industria de Fertilizantes

Si bien en el país existen algunas empresas que producen abonos sintéticos nuestra investigación sólo ha llegado a cubrir únicamente a la Compañía Fertilizantes Sintéticos S. A. Esta empresa produce fertilizantes nitrogenados, nitrato técnico para explosivos, ácido nítrico de 53% y 99%, amoníaco e hidrógeno.

En 1976 , dicha compañía consumió 250,000 barriles de petróleo (ver cuadro N° 15) de los cuales 55.2% correspondió a la generación de fuerza eléctrica y el restante 44.8% a usos industriales, fundamentalmente en la producción de Gas de Síntesis.

En esta ocasión sólo nos ocuparemos del segundo uso dado que el primero ha sido considerado en el sector Electricidad.

CUADRO N° 15

PERU. Fertilizantes: Consumo de Petróleo por destino de uso 1974-1980

Año	Consumo Total	Generación Eléctrica	Usos Industriales
1974	262,000	S. D.	S. D.
1975	281,000	S. D.	S. D.
1976	250,000	138,000	112,000
1980	262,000	S.D.	S. D.

Fuente: 1974-75: Oficina de Estadística de Petro-Perú
1976-80: FERTISA, mediante encuesta.

Según información técnica de la empresa encuestada, existen diversos procesos para la obtención de gas de síntesis a partir de carbón mineral. Entre ellos destacan el Koppers-Totzek y el Ruhrgas desarrollado en Inglaterra. (*)

Sin embargo, se estima que la inversión requerida para una planta, que produzca amoníaco a partir del gas de síntesis, utilizando carbón mineral, es 50% superior a la requerida por la que utiliza petróleo. En todo caso, sería necesario determinar las ventajas que se derivarían de utilizar una materia más barata (carbón mineral) y de menor escasez existente en el país (significando a su vez un ahorro en divisas extranjeras).

En la imposibilidad de obtener información para toda esta rama industrial (durante el desarrollo de este estudio) solamente hemos considerado la ofrecida por FERTISA, para proyectar el consumo de petróleo en usos industriales. A grosso modo estimamos que ello podría representar el 50% del consumo total en esta industria. Como podemos apreciar en el cuadro N° 16, el consumo de petróleo para dicho fin se incrementaría de 20,000 T.M. en 1975 a 26,500 T.M. en 1995; es decir, de 30,000 T.M. a cerca de 40,000 T.M. de carbón equivalente, respectivamente. Esta demanda se localiza en la Prov. del Callao.

(*) Según los proyectistas y constructores, sus gasógenos pueden procesar cualquier tipo de combustible carbonoso, entre ellos antracita, carbón bituminoso y lignito.

CUADRO N°16

PERU. Fertilizantes: Proyección del Consumo de Petróleo para Usos Industriales 1975-1995

Año	Consumo de Petróleo (en miles de Tons.)	Consumo de Carbón Equivalente (en miles de Tons.)
1975 (*)	20.0	30.0
1976 (+)	16.2	24.3
1977	16.4	24.6
1978	16.6	24.9
1979	16.8	25.2
1980 (+)	17.0	25.5
1981 (°)	17.5	26.2
1982	18.0	27.0
1983	18.6	27.9
1984	19.0	28.6
1985	19.7	29.5
1986	20.3	30.4
1987	20.9	31.3
1988	21.5	32.2
1989	22.2	33.3
1990	22.8	34.2
1991	23.5	35.2
1992	24.2	36.3
1993	25.0	37.5
1994	25.7	38.5
1995	26.5	39.7

(*) Fuente: Petro-Perú
(+) Fuente: FERTISA
(°) Proyección considerando 3% de incremento anual.

7. - Otras Industrias

En este rubro se incluye a una diversidad de industrias específicas, tales como: manufactura de ladrillos productos químicos, papel, vidrio, cerámica, siderurgia, etc.

La mayoría de empresas comprendidas en este rubro no respondieron a la encuesta que les presentáramos con la finalidad de evaluar el potencial de demanda y posibilidades de sustitución del uso de petróleo por carbón mineral. En ese sentido, la información utilizada corresponde a Petro-Perú; en ella se destacan a los clientes principales, apareciendo además el consumo total por diversas ramas industriales.

Entre las empresas que más destacan en cuanto al volumen de petróleo utilizado para fines industriales están Sociedad Paramonga Ltda., Papelera Trujillo S. A. (TRUPAL) y Sider-Perú (*). Ver cuadro N°17.

En estas ramas industriales el petróleo es utilizado casi totalmente en hornos; es decir, como fuente calórica para la transformación de una serie de productos industriales. Durante 1976 se utilizó 1'853,000 barriles de petróleo para esos fines.

(*) Su consumo de petróleo es mayormente para los Hornos de Recalentamiento.

CUADRO N° 17

PERU. Otras Industrias: Consumo de Petróleo en Usos Industriales, 1975-1976

(en miles de barriles)

Empresa	1975	1976
Sociedad Paramonga (*)	402	437
TRUPAL	278	294
Productos Químicos	446	416
Ladrilleras	124	175
Vidrio, cerámica, otros	242	269
Sider-Perú	281	280
TOTAL	1,783	1,853

Fuente: Petro-Perú , Oficina de Estadística

(*) Se muestra la cifra para el conjunto de industrias de esta empresa, al no existir un desagregado para cada una de ellas.

Teniendo en cuenta la tendencia del crecimiento de estas indústrias hemos proyectado el consumo de petróleo y su equivalente en carbón mineral. En el lapso de 20 años dicho consumo multiplica en 2.5 veces el nivel alcanzado en 1976, ubicándose dicha demanda en el área Metropolitana de Lima - Callao , Paramonga y Trujillo. De comprobarse técnica y económicamente la sustitución de petróleo por carbón mineral, en cada una de las industrias mencionadas anteriormente, significaría el uso de 1'005,000 T.M. de este combustible, en 1995 (Ver cuadro N° 18).

CUADRO N° 18

PERU. Otras Industrias: Consumo de Petróleo en Procesos Industriales

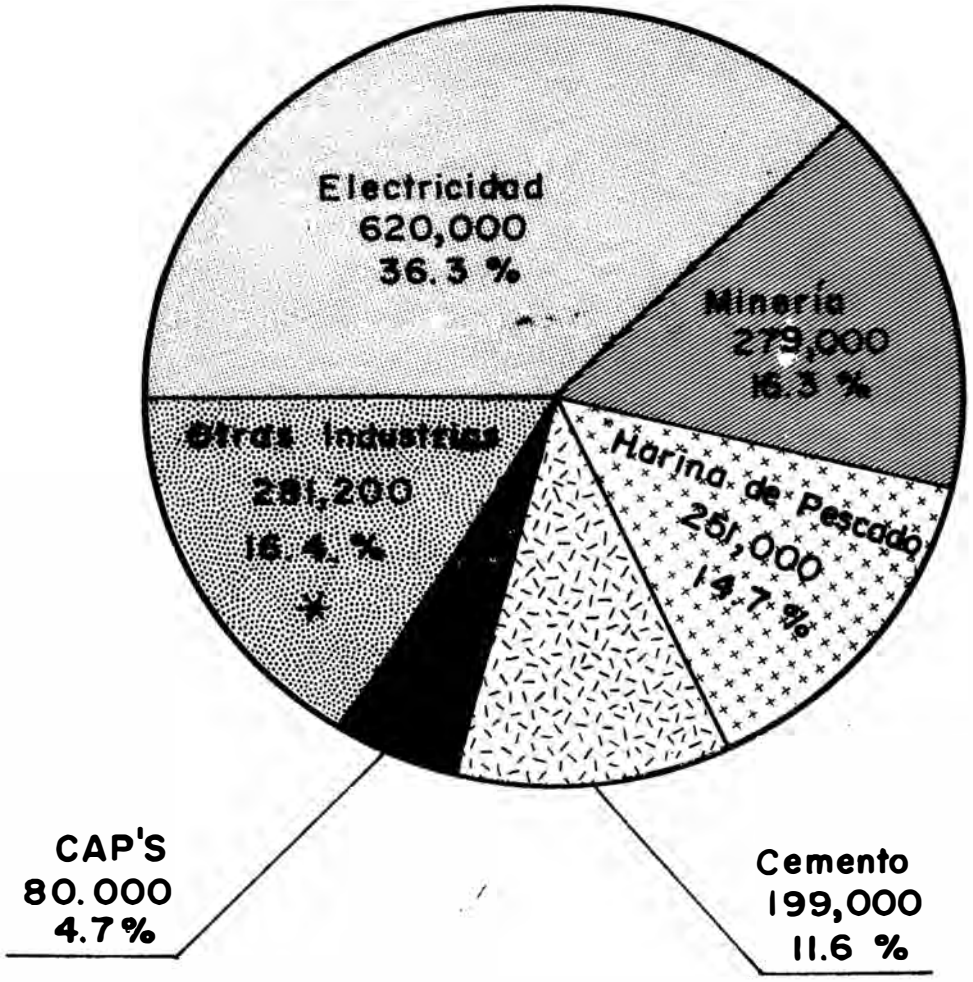
Año	Ton. de Petróleo	Ton. de Carbón Equivalente
1976	265,000	398,000
1977	278,000	418,000
1978	292,000	439,000
1979	307,000	461,000
1980	322,000	484,000
1981	338,000	508,000
1982	355,000	533,000
1983	373,000	560,000
1984	392,000	588,000
1985	411,000	617,000
1986	432,000	648,000
1987	453,000	680,000
1988	476,000	715,000
1989	500,000	750,000
1990	525,000	788,000
1991	551,000	827,000
1992	578,000	869,000
1993	607,000	912,000
1994	638,000	958,000
1995	670,000	1'008,000

Nota. - Se ha considerado un crecimiento de 5% anual.

CONSUMO DE PETROLEO POSIBLE DE SUSTITUIR POR CARBON MINERAL EN DIVERSOS SECTORES

(En Toneladas de Petróleo equivalente)

AÑO : 1976



* FERTISA
SOCIEDAD PARAMONGA
TRUPAL
PRODUCTOS QUIMICOS
LADRILLERAS
SIDER PERU
VIDRIOS, CERAMICAS, OTROS

IV. - COQUE METALURGICO

Desde el inicio de la producción siderúrgica en Chimbote, nuestro país importa coque siderúrgico para alimentar los altos hornos en la producción de arrabio y acero. Los volúmenes de coque han ido aumentando en la medida en que ha ido creciendo la producción de acero, de tal manera que en 1976 se importó coque en volumen superior a las 200,000 T.M. por un valor de más de 20 millones de dólares (Ver cuadro N°1).

Hasta 1971, Sider Perú importó coque siderúrgico de Estados Unidos, Alemania Federal y Canadá. Desde 1972 se abastece únicamente de Japón, mediante dos contratos firmados con la Cía. Mitsubishi Chemical Industries Ltd., uno por el período 1972-1974 y el segundo para el período 1975-1978.

Los precios FOB, de estas importaciones se han más que duplicado entre 1973 y los primeros meses de 1975; lo mismo ha ocurrido con la tarifa del flete marítimo. Mientras que hasta fines de 1973, importar una tonelada métrica de coque siderúrgico costaba al país USA $51.00 a precios C+F a principios de 1975 dicho valor subió hasta USA$ 107.90. Según información de Sider-Perú el precio promedio de importación entre 1974 y Junio de 1976, fue de USA$ 93.67 C+F; se espera que en los proximos años este precio se incrementará.

CUADRO N°1

PERU. Importación de Coque Siderúrgico para Sider-Perú

(en T.M., precios C+F en dólares USA)

Año	Volumen	Precio FOB		Flete	Valor
1968	124,940	s.d.		s.d.	
1969	137,300	s.d.		s.d.	
1970	140,130	39.65		11.35	7'146,630
1971	120,000	39.65		11.35	6'120,000
1972	112,034	39.65		11.35	5'713,734
1973	143,320	39.65		11.35	7'309,320
1974	191,474 (1)		93.67 (3)		17'935,370
1975	193,443		93.67		18'119,806
1976	140,000 (2)		93.67		13'113,800

Fuente: Sider-Perú

(1) hasta Octubre 1974 el precio fue de $39.65 y el flete $11.65
(2) hasta Junio 1976
(3) a partir de 1974 precio C+F promedio

Necesidad Futura de Coque Siderúrgico en Perú

De acuerdo a los planes de expansión de la planta de Sider-Perú en Chimbote la producción de arrabio en alto horno crecerá de 437,500 T.M. en 1978 (capacidad actual con ligeros incrementos por balanceo y elevación de productividad) a 762,500 T.M. en 1979, hasta llegar a 2'084,300 T.M. a su máxima expansión en 1985.

Suponiendo una mejora de rendimiento de coque en alto horno, de una relación de 0.540 T.M. de coque por 1,000 T.M. de arrabio en 1976 a una de

0.500 a partir de 1979, las necesidades de coque metalúrgico casi se quintuplicarían entre 1976 y 1990 (ver cuadro N°2).

Los estudios sobre Oyón demuestran, hasta ahora, que las pequeñas reservas y la calidad de carbón bajo volátil hará necesaria la importación de carbones coquificables de tipo medio y alto volátil. Se estima en 30% el abastecimiento del carbón coquificable de Oyón a la coquería a desarrollar por Sider-Perú; el restante 70% sería importado de mercados como los de Estados Unidos, Polonia y Australia (estrategia adoptada en el plan de Sider-Perú).

Debido al retrazo de las inversiones para el plan de expansión de Sider-Perú hemos supuesto que la planta de coquificación entraría en producción en 1980 y no en 1978 como estaba programado. En ese sentido, la importación de carbones coquificables empezaría ese año.

CUADRO N°2

PERU. Plan de Expansión Siderúrgica de Sider-Perú, Planta de Coque,

Importación de Carbones Coquificables

Año	Arrabio (1)	Relación Coque/Arrabio	Coque Importado	Equival. Carb. Coquific.	Importado 70%	Nacional 30%
1976	406,300	0.540	219,400	316,375	--	--
1977	406,300	0.540	219,400	316,400	--	--
1978	406,300	0.540	219,400	316,400	--	--
1979	406,300	0.540	219,400	316,400	--	--
1980	406,300	0.540	219,400	316,400	221,400	95,000
1981	437,500	0.540	236,300	340,700	238,500	102,200
1982	437,500	0.540	236,300	340,700	238,500	102,200
1983	762,500	0.500	381,300	549,800	385,000	164,800
1984	762,500	0.500	381,300	549,800	385,000	164,800
1985	1'137,500	0.500	568,800	820,100	574,000	246,100
1986	1'218,700	0.500	609,400	878,700	615,000	263,700
1987	1'288,700	0.500	644,400	929,200	650,400	279,500
1988	1'687,500	0.500	843,800	1'216,700	851,700	365,000
1989	1'812,500	0.500	906,300	1'306,800	914,800	392,000
1990	2'084,300	0.500	1'042,200	1'502,800	1'052,000	450,800
1991	2'084,300	0.500	1'042.200	1'502,800	1'052,000	450,800
1992	2'084,300	0.500	1'042,200	1'502,800	1'052,000	450,800
1993	2'084,300	0.500	1'042,200	1'502,800	1'052,000	450,800
1994	2'084,300	0.500	1'042,200	1'502,800	1'052,000	450,800

(1) Proyección de Sider-Perú.

Otro rubro interesante de uso de coque metalúrgico no siderúrgico en nuestro país lo constituye la aglomeración del plomo en la fundición de La Oroya.

Hasta 1970 la ex-Cerro de Pasco Corp. explotaba el yacimiento de Goyarisquizga de donde extraía el carbón bituminoso de la calidad necesaria y en los volúmenes requeridos para la producción del coque, de uso en la planta de aglomeración de Plomo en La Oroya. Sin embargo, a partir de ese año se canceló la ex explotación de carbón de ese yacimiento y se empezó a importarlo totalmente de la costa Atlántica de Estados Unidos. En el siguiente cuadro observamos que las importaciones de carbón, por Perú, en los años 1974 y 1975 fueron casi en su totalidad del tipo bituminoso, ya que en 1974 no se importó antracita y en 1975 representó el 0.1% del total importado.

CUADRO N° 3

PERU. Importación de Carbón Mineral

	1974		1975	
	TM	Valor CIF	TM	Valor CIF
Carbón Bituminoso	48,833	S/. 48'181,880	51,432	S/. 75'910,204
Valores US$		1'245,009		1'686,893
Precio promedio US$ x TM		25.50		32.80

Nota: Estos datos se han proyectado a base de 11 meses de 1974 y a 6 meses de 1975

Fuente: Estadística del Comercio Exterior - Dirección General de Aduanas - MINCOM

Estos carbones son del tipo menos exigente que los carbones coquificables para usos siderúrgicos y en Perú existe en algunos yacimientos, por lo que sería posible dejar de importarlos. Casi la totalidad de estos carbones importados va a Centromín en donde se tratan en la planta de Coque, el cual a su vez, se utiliza en la planta de aglomeración, en la fundición de plomo. Durante 1975 se trataron 27,541.4 T.M. de carbón Bradford; cantidad que realmente es baja para el consumo de dicha planta. Así tenemos que en 1975 para tratar una carga de 244,815 toneladas: 242,383 toneladas de productos aglomerados (óxidos de plomo) y 2,432 de chatarra de fierro se utilizó 34,679 T.M. de coque, lo cual da una proporción de 14.2% de coque por carga total. Este volumen de coque (34,679) representaría un consumo de 52,018 toneladas de carbón bituminoso importado.

Dado que para 1979 entraría en operación una nueva planta de aglomeración que reemplazaría la actual, duplicando la presente capacidad de producción, el consumo de coque también se duplicaría, en el su puesto de que la actual relación de coque a carga total se mantenga.

Por lo que tendríamos:

	1979
Consumo de coque	69,200 T.M.
Consumo de carbón equivalente:	121,100 T.M. (1)

(1) Se considera que la relación de carbón a coque es de 1.75: 1

Como generalmente se guardan stocks para 2 meses podemos suponer que las necesidades de carbón bituminoso por Centromín para el período 1976-78 son de: 60,600 TCS/año. En el cuadro N° 4 se observa que debido al proyecto de ampliación de la capacidad de aglomeración del plomo en La Oroya, el consumo de coque metalúrgico se duplicaría a partir de 1979, significando la importación de más de 120,000 T.M. de carbón bituminoso, cuyo precio en el primer semestre de 1977 llegaba a US$ 50.00 C+F por T.M.

CUADRO N°4

PERU. Proyección de Necesidades de Carbones Bituminosos para usos no Siderúrgicos

(en T.M.)

Año	Coque Metalúrgico	Carbón Bituminoso
1976	34,000	60,600
1977	34,000	60,600
1978	34,000	60,600
1979	34,000	60,000
1980	34,000	60,000
1981	34,000	60,000
1982	34,000	60,000
1983	34,000	60,000
1984	34,000	60,000
1985	69,200	121,100
1990	69,200	121,100
1995	69,200	121,100

Fuente: "Operaciones Metalúrgicas de La Oroya", 1974. Centromín".

V. - DEMANDA POTENCIAL DE CARBON MINERAL EN EL PERU

En el capítulo anterior hemos analizado la posible sustitución de petróleo por carbón mineral, en los principales sectores o ramas industriales de producción. En algunos casos, como en el uso de coque siderúrgico para la acería en Chimbote y la de carbón bituminoso para la producción de coque metalúrgico en La Oroya, tuvimos en cuenta los planes de desarrollo de Sider-Perú y la importación de carbón bituminoso por Centromín.

Agrupando los siete sectores o industrias considerados se estimó la demanda potencial por carbón, por año, entre 1976 y 1995. En el cuadro N°1 observamos que la demanda potencial sería de alrededor de 2'900,000 T.M. en 1976, alcanzando más de 8'100,000 TM en 1995. Sin embargo, no toda demanda potencial sería cubierta con producción interna por cuanto algo de ella sería abastecida por importaciones (70% del carbón coquificable que utilizaría Sider-Perú) y de otro lado, algunas demandas pequeñas localizadas en zonas muy alejadas de los yacimientos propuestos para explotación, seguirían utilizando petróleo para sus necesidades energéticas.

CUADRO N°1

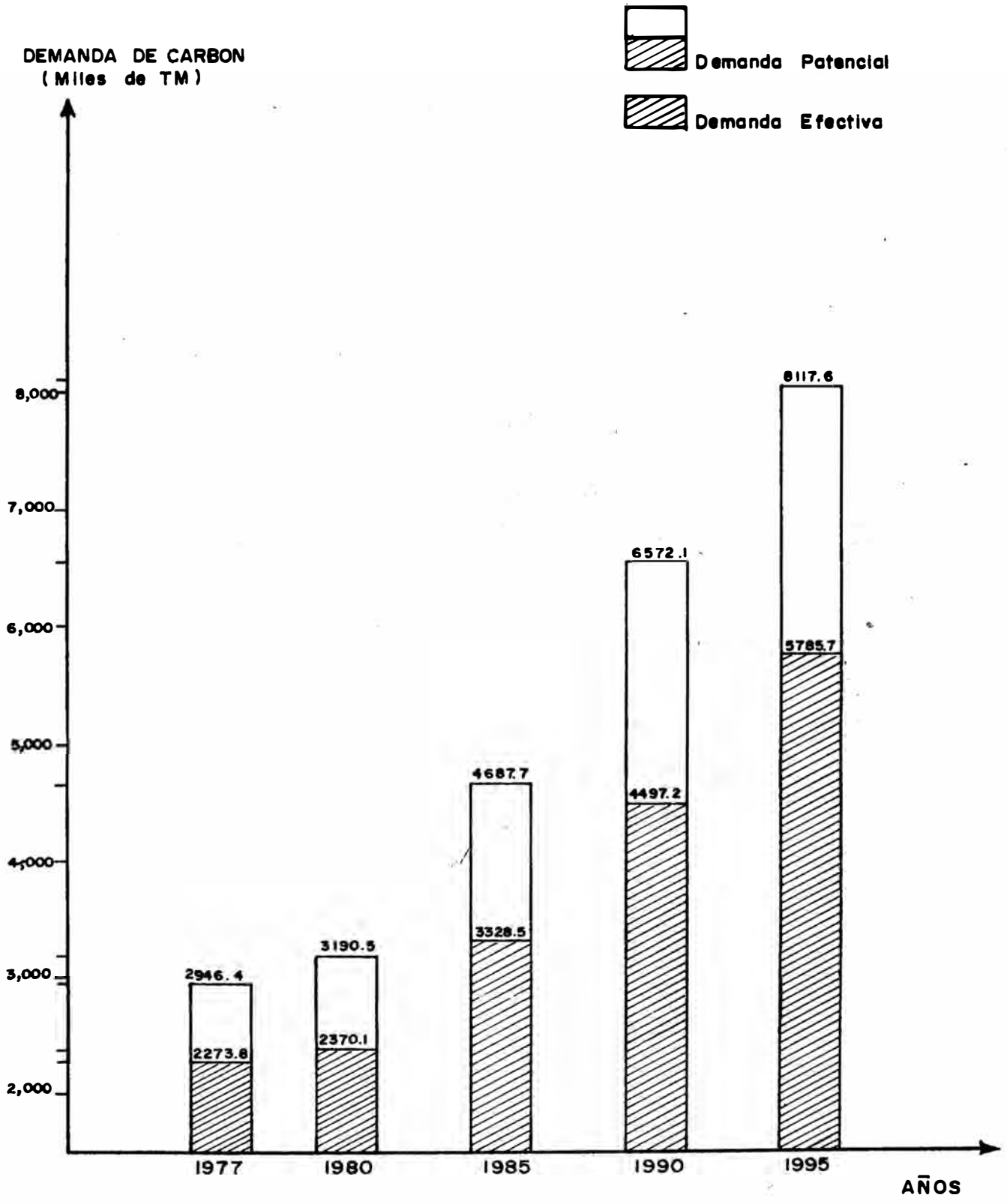
PERU. Demanda Potencial de Carbón Mineral

Año	Energía Eléctrica	Coque (1) Siderúrgico	Coque Metalúrgico	Usos Ind. (2) Energéticos	Total
1976	931.1	316.4	60.6	1,638.3	2,946.4
1977	1,092	316.4	60.6	1,432.6	2,901.6
1978	1,164	316.4	60.6	1,424.9	2,965.9
1979	1,190	316.4	60.6	1,486.2	3,053.2
1980	1,266	316.4	60.6	1,547.5	3,190.5
1981	1,349	340.7	60.6	1,620.2	3,370.5
1982	1,437	340.7	60.6	1,785.0	3,623.3
1983	1,467	549.8	60.6	1,860.9	3,938.3
1984	1,560	549.8	60.6	1,966.6	4,137.0
1985	1,662	820.1	121.1	2,084.5	4,687.7
1986	1,772	878.7	121.1	2,203.4	4,975.2
1987	1,802	929.2	121.1	2,331.3	5,183.6
1988	1,920	1,216.7	121.1	2,467.2	5,725.0
1990	2,178	1,502.8	121.1	2,770.2	6,572.1
1991	2,214	1,502.8	121.1	2,940.2	6,778.1
1992	2,358	1,502.8	121.1	3,126.3	7,108.4
1993	2,513	1,502.8	121.1	3,322.5	7,459.4
1994	2,550	1,502.8	121.1	3,542.5	7,716.4
1995	2,715	1,502.8	121.1	3,778.7	8,117.6

(1) Aquí se está considerando el 100% de los requerimientos de carbón, aunque en el proyecto de Sider-Perú se ha señalado que sólo el 30% de estos requerimientos serán abastecidos por el carbón de Oyón.

(2) Está incluído minería, cemento, harina de pescado, CAPs azucareras, fertilizantes y varios.

PERU.- DEMANDA POTENCIAL Y EFECTIVA PROBABLE DE CARBON MINERAL NACIONAL



1. - Localización de la Demanda

Si bien la demanda potencial de carbón mineral, es considerable dado sus múltiples usos a nivel nacional, ahora trataremos de su localización por Departamentos y por Provincias y/o zonas determinadas, dentro de aquéllos. En el cuadro N°2, observamos que en ocho Departamentos del país (*) se concentraría el 89.7% de esa demanda potencial, teniendo como referencia la estructura de consumo de 1975. El restante 10.3% se localiza en los demás Departamentos del país, sumamente disperso en las regiones de Costa, Sierra y Selva. En orden de importancia los ocho Departamentos son los siguientes: Lima, Ancash, Moquegua, La Libertad, Ica, Junín, Piura y Lambayeque.

Lima. - La demanda potencial por carbón en este Departamento se concentra casi totalmente, en las Provincias de Lima, Callao y Chancay, cubriendo sectores o ramas industriales de producción tales como Cooperativas de Producción Azucarera, Cemento, Electricidad, Fertilizantes, Minería y otras industrias La demanda potencial de este mercado es significativa, pues alcanza el 25.6% de la demanda nacional. Cabe destacar que esta área de mercado concentraría el 90% de la demanda nacional de carbón (en sustitución de petróleo) para usos industriales, tales como en la elaboración de vidrios, ladrillos, productos químicos, cerámicos, etc. Al mismo tiempo es interesante notar que alrededor del 48% de la demanda de esta área se daría en este tipo de usos industriales, el 18% en la producción de cemento, 17.5% en la de harina de pescado y el resto en otras actividades mencionadas anteriormente.

Ancash. - Prácticamente concentrada en la Provincia de Santa (marginalmente también en la Prov. de Casma) la demanda potencial por carbón en este Departamento, significaría el 18.2% de la demanda nacional total. Casi el 60% de la demanda de este Departamento se destinaría a la producción de coque siderúrgico, el 22.5% a la de harina de pescado y el resto a otras industrias.

Moquegua. - Debido a las actividades metalúrgicas localizadas en este Departamento, específicamente en Ilo, la demanda potencial por carbón representaría el 11.6% del total nacional. El uso en hornos de fundición y en la generación de fuerza eléctrica (54% y 32% respectivamente) concentraría la mayor demanda por carbón en este Departamento.

La Libertad. - Con el 9.4% de la demanda potencial total del país, este Departamento (casi totalmente en sus Prov. de Trujillo y Pacasmayo) destinaría el carbón mineral a la generación de fuerza eléctrica (62.5%) -actualmente producida por petróleo- producción de cemento (19%) y azúcar (18%).

Ica. - La demanda potencial por carbón en este Departamento se localizaría principalmente en San Nicolás y puerto Pisco. El 40% de esta demanda se destinaría a la generación de fuerza eléctrica, 33% de la producción de harina de pescado y el restante 27% a procesos pirometalúrgicos para producir pellets de hierro. Toda esta demanda representaría el 8.2% del total nacional.

Junín. - La demanda que generaría este Departamento se concentraría en La Oroya y Tarma, es decir, en la producción minera metálica y no metálica, respectivamente. El 37% de la demanda potencial de este Departamento se destinaría a procesos metalúrgicos, 31% a producción de cemento y 27% a la de coque metalúrgico.

Piura. - Si bien su demanda representaría el 4.5% de la demanda potencial por carbón del país, el uso casi total, se aplicaría a la generación de fuerza eléctrica (99.5%), en reemplazo de plantas térmicas a petróleo y gas, existentes en las Prov. de Talara, Piura y Sullana, principalmente.

Lambayeque. - Dos serían las actividades productivas que demandarían carbón mineral en este Departamento: generación de fuerza eléctrica (85%) y producción de azúcar (15%).

(*) Incluye la Provincia Constitucional de El Callao.

CUADRO N°2

PERU. Demanda por Petróleo y Carbón Mineral para el año 1976 (*)
(en T. M. de Carbón equivalente)

	Generación Eléctrica T.M.	Minería T.M.	Cemento T.M.	Para Coque (+) T.M.	CAPs T.M.	Varios T.M.	Pesca T.M.	Fertilizantes T.M.	TOTAL TCE	TOTAL %
Ancash (1)	51,200	2,500		316,400	12,000	40,000	114,000	--	536,100	18.2
Arequipa	36,500	24,200	15,050	--	--	--	--	--	75,700	2.6
Ayacucho	1,200	1,300	--	--	--	--	--	--	2,500	0.1
Cajamarca	4,500	600	--	--	--	--	--	--	5,100	0.2
Cuzco	3,500	3,400	--	--	--	--	--	--	6,800	0.2
Huancavelica	26,700	11,500	--	--	--	--	--	--	38,200	1.3
Huánuco	13,200	2,100	--	--	--	--	--	--	15,300	0.5
Ica (2)	96,500	64,800	--	--	--	--	80,000	--	241,300	8.2
Junín (2)	12,900	84,000	72,000	60,600(&)	--	--	--	--	229,500	7.8
La Libertad (1)	172,600	3,100	52,000		49,000	--	--	--	276,700	9.4
Lima (2)	61,200	2,100	134,000		40,000	358,000	133,000	24,300	752,600	25.6
Moquegua (2)	103,200	185,600	--	--	--	--	53,000	--	341,800	11.6
Pasco	8,000	3,800	--	--	--	--	--	--	11,800	0.4
Piura	131,000	600	--	--	--	--	--	--	131,600	4.5
Puno	67,200	1,300	25,030	--	--	--	--	--	93,500	3.1
Tacna	1,400	27,200(2)	--	--	--	--	--	--	28,600(3)	1.0
Tumbes	4,100	--	--	--	--	--	--	--	4,100	0.1
Amazonas (°)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
Apurimac	--	--	--	--	--	--	--	--	--	(*)
Lambayeque (°)	110,600	--	--	--	19,900	--	--	--	129,600	4.4
Loreto (°)	25,600	--	--	--	--	--	--	--	25,600	0.9
Madre de Dios (°)	--	--		--	--	--	--	--	--	(*)
San Martín (°)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	(*)
TOTAL	931,100	418,000	298,000	377,000	120,000	398,000	380,000	24,300	2946,400	100.0

(*) no incluye combustibles automotores
(+) considera la demanda satisfecha totalmente por importación
(1) conformarían la Región I
(2) conformarían la Región II
(&) corresponde a requerimientos para coque metalúrgico
(3) se ha considerado el 30% para la región norte y el 70% para la costa sur
(°) se han tomado juntos por ser sus requerimientos insignificantes

2. - Demanda Efectiva Probable y Oferta Interna de Carbón Mineral

En el acápite anterior habíamos establecido que el 89.7% de la demanda potencial por carbón en el país se daría en ocho Departamentos, el resto se encontraba disperso en otros. En esta oportunidad consideraremos como no factible la demanda potencial de estos otros Departamentos del país, debido a su gran dispersión y a los pequeños volúmenes que requerirían.

En base a la demanda potencial de esos ocho Departamentos, anteriormente analizada, hemos realizado una elección de demanda efectiva probable por carbón, a ser cubierta por una producción interna hipotética. En ese sentido hemos supuesto, además, dos Regiones de abastecimiento de carbón, determinadas por el área de influencia de los yacimientos de Alto Chicama (Region I) y Oyón-Gazuna (Región II) y por los tipos de carbón requeridos por las demandas anteriormente localizadas.

De otro lado, para el uso en la generación de fuerza eléctrica hemos considerado que la sustitución de plantas térmicas a petróleo, en algunos Departamentos, se haría con energía hidroeléctrica por existir infraestructura instalada y planes de expansión de capacidad generatriz; es decir, hemos eliminado el uso de carbón mineral para estos fines. Nos referimos, en especial, a la Central Hidroeléctrica del Mantaro: ésta podría sustituir, en el mediano plazo a las plantas térmicas a petróleo en los Departamentos de Ica, Huancavelica, Junín y Lima.

Luego de estas consideraciones y supuestos hemos estimado la demanda efectiva probable, a ser cubierta por la producción de carbón de los mencionados yacimientos. En ese sentido (ver cuadro N°3), esa demanda hipotética habría significado un abastecimiento interno de carbón nacional del orden de 2'300,000 T.M. en 1976. En este mismo cuadro observamos, que 25% de esta demanda sería para generación de fuerza eléctrica, 16.7% en la producción de harina de pescado, 16.2% en procesos metalúrgicos, 11.4% en la producción de cemento, entre las principales actividades de producción.

CUADRO N°3

PERU. Carbón: Demanda Efectiva Probable Total (1). Estructura para 1976

(T.M. de carbón)

Generac. Electric.	Minería	Cemento	Fertili-zantes	Harina Pescado	CAPs	Siderúrg.	Metalurg.	Otros	Total
568,600	369,300	258,000	24,300	380,000	120,000	95,000 (2)	60,600	398,000	2'273,800
25%	16.2%	11.4%	1.1%	16.7%	5.3%	4.2%	2.6%	17.5%	100%

(1) A ser abastecida por producción doméstica de carbón.
(2) Representa el 30% del total de requerimiento de carbón bituminoso para coque siderúrgico.

El volumen mencionado anteriormente provendría en 1/3 del yacimiento de Alto Chicama y 2/3 del de Oyón-Gazuna.

A. - Región I

Consideramos como Región I al área de mercado que dependería de los flujos de oferta de la producción de carbón del yacimiento de Alto Chicama. De acuerdo a la demanda efectiva probable en esta área, se estimó que para 1976, habría significado una producción de cerca de 760,000 T.M. de carbón del tipo antracita. En el cuadro N°4, observamos que el 61.5% de este volumen sería absorvido por la generación de fuerza eléctrica, a través del proyecto de una planta térmica en Alto Chicama; la industria de harina de pescado, localizada casi totalmente en las Prov. de Santa y Casma, demandaría el 15% de esa antracita; la producción de azúcar (ubicada en Lambayeque, Prov. de Trujillo y Santa), el 10.6%; la de cemento (Pacasmayo) requeriría del 6.9%, y el resto se destinaría a otras actividades de menor importancia.

Es necesario tener en cuenta que la actividad de generación de fuerza eléctrica para esta región no significaría flujos de carbón a los distintos lugares de localización de la demanda sino que la electricidad de la planta térmica a carbón de Alto Chicama se distribuiría a dichos lugares mediante un sistema interconectado.

CUADRO N°4

PERU. Carbón: Demanda Efectiva Probable Región I. Estructura para 1976

REGION I. Alto Chicama (Lambayeque - La Libertad - Ancash - Piura)

(T.M. de carbón)

Generac. de Electricidad	Minería	Cemento	Harina Pescado	CAPs Azucareras	Otros	Total
465,400	5,600	52,000	114,000	80,000	40,000	757,000
61.5%	0.7%	6.9%	15%	10.6%	5.3%	100%

B. - Región II

Con 2/3 de la demanda efectiva probable por carbón del país, esta región de mercado sería abastecida por el Yacimiento de Oyón-Gazuna. En el cuadro N° 5 se aprecia que del total (1'520,000 T.M.) de demanda en esta región, el 24% se destinaría al sector minero (procesos metalúrgicos), 17.5% a la producción de harina de pescado (Dpto. de Lima y Prov. de El Callao), 13.6% a la de Cemento (Prov. de Lima) 10.3% a la producción de coque y el resto a otras actividades de producción tales como fertilizantes, productos químicos, papel, azúcar, etc.

La diversidad de procesos industriales determinará el uso de hasta tres tipos de carbones de este yacimiento: bituminoso para coque metalúrgico y sub-bituminoso o antracita para otros usos.

CUADRO N°5

PERU. Carbón: Demanda Efectiva Probable, Región II. Estructura para 1976

REGION II. Oyón-Gazuna (Lima - Ica - Junín - Moquegua (1) - Ancash (2).

(T.M. de carbón)

Generac. Electric.	Minería	Cemento	Fertili-zantes	Harina Pescado	CAPs Azucarer.	Coque Sider.	Coque Metal.	Otros	Total
103,200	363,700	206,000	24,300	266,000	40,000	95,000(3)	60,600	358,000	1'516,800
6.8%	24.0%	13.6%	1.6%	17.5%	2.6%	6.3%	4%	23.6%	100%

(1) Se ha considerado además los requerimientos de carbón para minería en Tacna pues es de la S.P.C.C.

(2) Chimbote (Sider-Perú)

(3) Representa el 30% del total de requerimiento de carbón bituminoso para coque siderúrgico.

3. - Proyección de la Demanda Efectiva Probable

En los cuadros N° 6 y 7 se observa que entre 1980 y 1995 el volumen de demanda de carbón del yacimiento de Alto Chicama crecería en 2.33 veces, llegando en este último año a cerca de 1'900,000 T.M. de carbón lavado. De otro lado la demanda en la Región II , a cubrirse por carbón del Yacimiento Oyón Gazuna se incrementaría en 2.5 veces en ese mismo lapso, alcanzando un volumen de 3'900,000 T.M. de carbones bituminosos (14.6%) y subituminosos o antracitosos (85.4%).

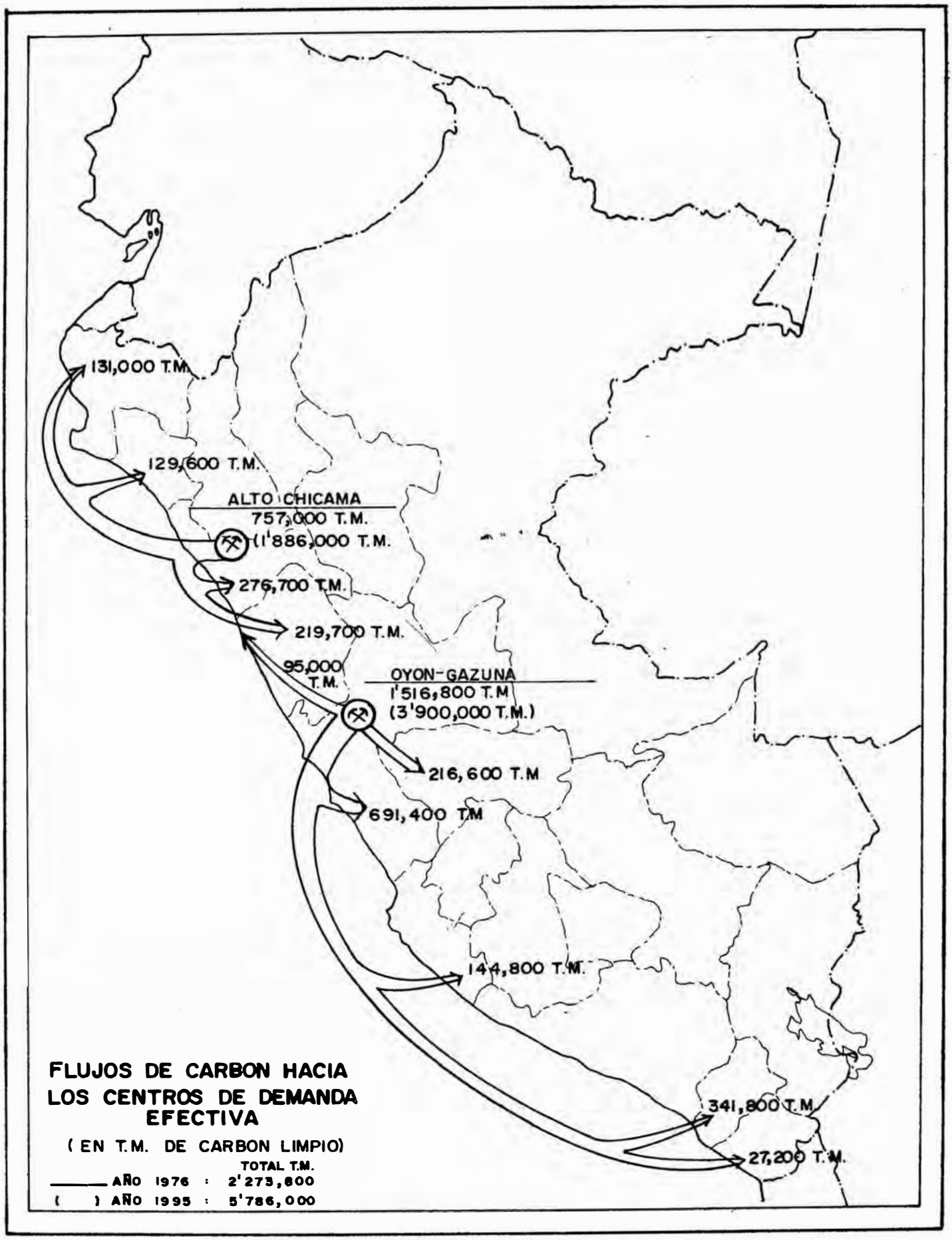
CUADRO N°6

A. - REGION I: Alto Chicama

(en miles de T.M. de Carbón)

Año	Generac. Electricid.	CAPs Azucareras	Minería	Cemento	Harina Pescado	Otros	Total
1977	546	41	6.0	53	38	42	726
1978	582	41	7.0	55	19	44	748
1979	595	42	7.0	57	19	46	766
1980	633	42	7.0	59	19	48	808
1981	675	43	8.0	63	19	51	859
1982	719	44	8.0	66	38	53	928
1983	734	44	8.0	70	44	56	956
1984	780	45	9.0	75	50	59	1,018
1985	831	46	9.0	80	58	62	1,086
1986	886	46	9.0	85	66	65	1,157
1987	901	46	10.0	89	76	68	1,190
1988	960	47	11.0	93	87	72	1,270
1989	1,023	47	11.0	98	100	75	1,354
1990	1,089	48	12.0	103	115	79	1,446
1991	1,107	48	12.0	108	133	83	1,491
1992	1,179	49	13.0	114	153	87	1,595
1993	1,256	49	13.0	119	175	91	1,703
1994	1,275	50	14.0	125	202	96	1,762
1995	1,358	50	15.0	131	232	100	1,886

Nota: El carbón a extraer serían antracitas para uso energético solamente.


131,000 T.M.
129,600 T.M.
ALTO CHICAMA
757,000 T.M.
(1'886,000 T.M.
276,700 T.M.
219,700 T.M.
95,000 T.M.
OYON-GAZUNA
1'516,800 T.M
(3'900,000 T.M.)
216,600 T.M
691,400 T.M
144,800 T.M.
341,800 T.M.
27,200 T.M.
FLUJOS DE CARBON HACIA LOS CENTROS DE DEMANDA EFECTIVA
(EN T.M. DE CARBON LIMPIO)
TOTAL T.M.
AÑO 1976 : 2'273,800
( ) AÑO 1995 : 5'786,000

CUADRO N°7

B. - REGION II: Oyón - Gazuna

(en miles de TM de carbón)

Año	Generación Electricidad	CAPs Azucareras	Minería	Cemento	Fertilizantes	Harina Pescado	Otros	**Total**	Carbón Bituminoso	Total
1977	121	81	382	209	24.6	88	376	**1,281.6**	155.6	1,437.2
1978	129	82	401	216	24.9	44	395	**1,291.9**	155.6	1,447.5
1979	132	83	420	227	25.2	44	415	**1,346.2**	155.6	1,501.8
1980	140	85	441	235	25.5	44	436	**1,406.5**	155.6	1,562.1
1981	149	86	464	249	26.2	44	457	**1,475.2**	162.6	1,637.8
1982	159	87	487	263	27.0	88	480	**1,591.0**	162.6	1,753.6
1983	162	89	512	280	27.9	102	504	**1,676.9**	225.6	1,902.5
1984	173	90	538	297	28.6	117	529	**1,772.6**	225.6	1,998.2
1985	184	91	564	318	29.5	134	555	**1,875.5**	367.0	2,242.5
1986	197	92	593	334	30.4	155	583	**1,984.4**	385.1	2,369.5
1987	200	93	623	353	31.3	178	612	**2,090.3**	400.0	2,490.3
1988	213	94	654	370	32.2	204	643	**2,210.2**	486.1	2,696.3
1989	227	95	687	387	33.3	234	675	**2,338.3**	513.0	2,851.3
1990	242	96	720	408	34.2	270	709	**2,479.2**	572.0	3,051.2
1991	246	97	756	429	35.2	310	744	**2,617.2**	572.0	3,189.2
1992	262	98	795	449	36.3	356	782	**2,778.3**	572.0	3,350.3
1993	279	99	835	470	37.5	410	821	**2,951.5**	572.0	3,523.5
1994	283	100	876	494	38.5	471	862	**3,124.5**	572.0	3,696.5
1995	301	101	920	519	39.7	542	905	**3,327.7**	572.0	3,899.7

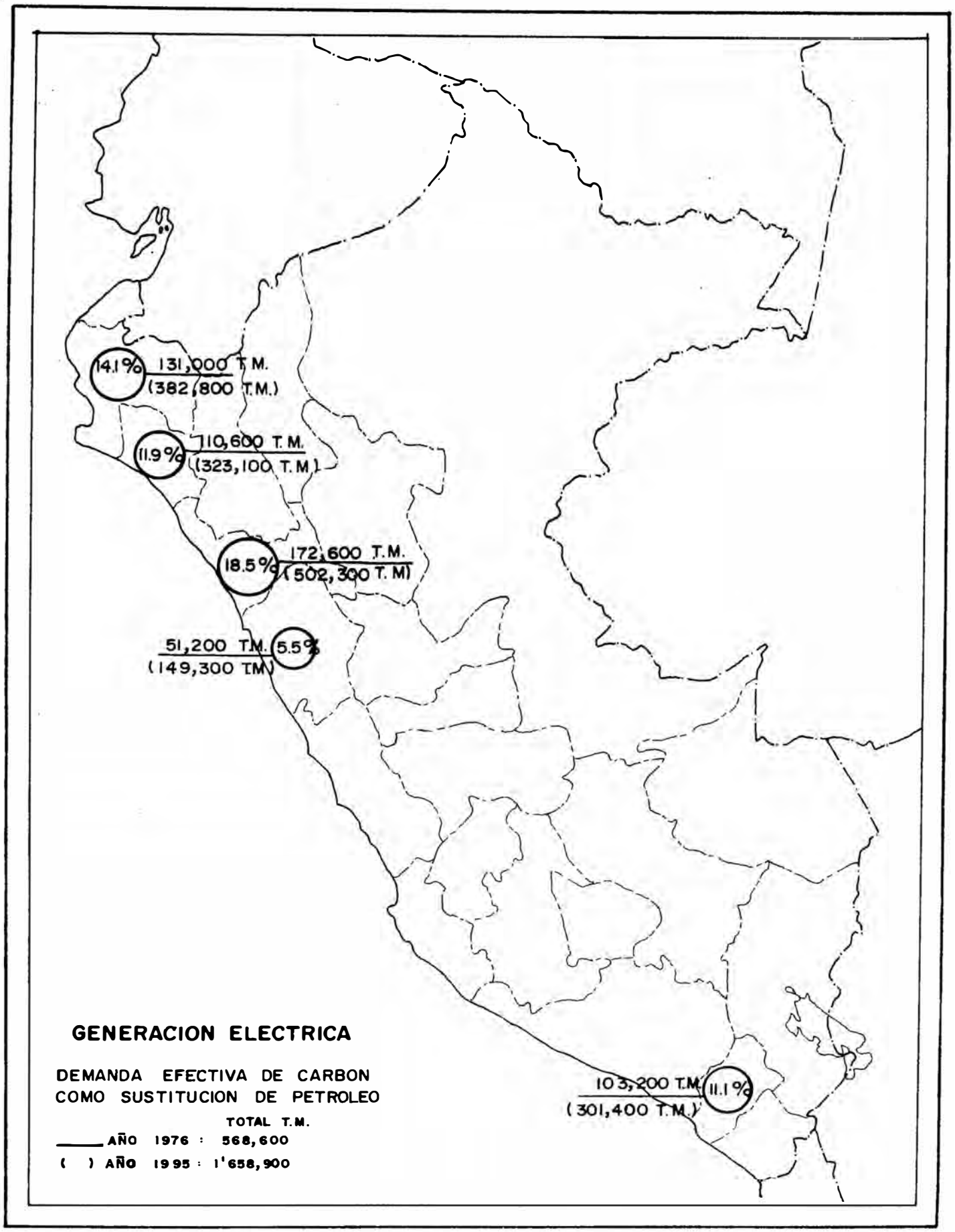
Nota. - El carbón a extraer serían antracitas para uso energético y carbón bituminoso para coquificar; por ello se han separado dichos requerimientos.

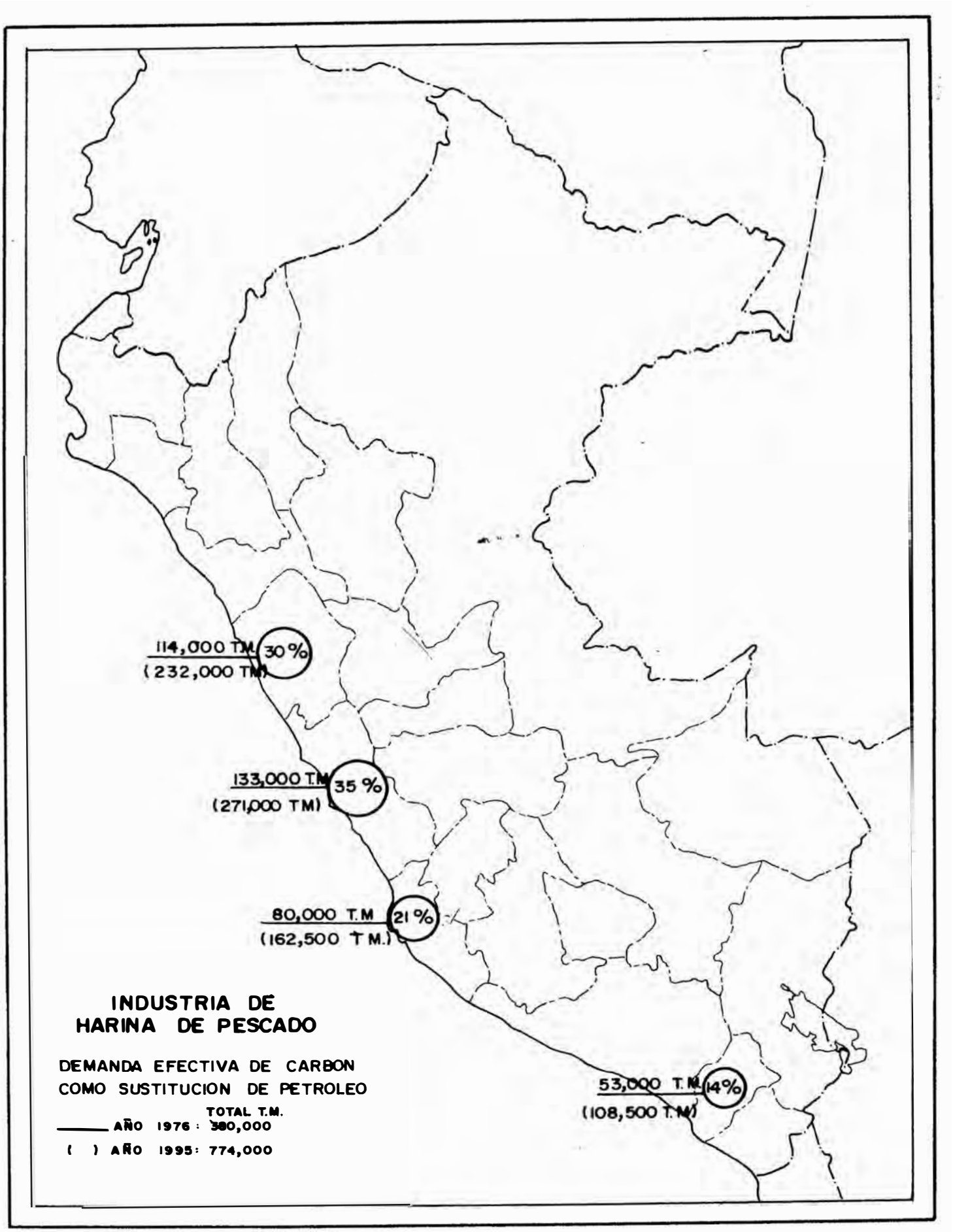
CUADRO N° 8

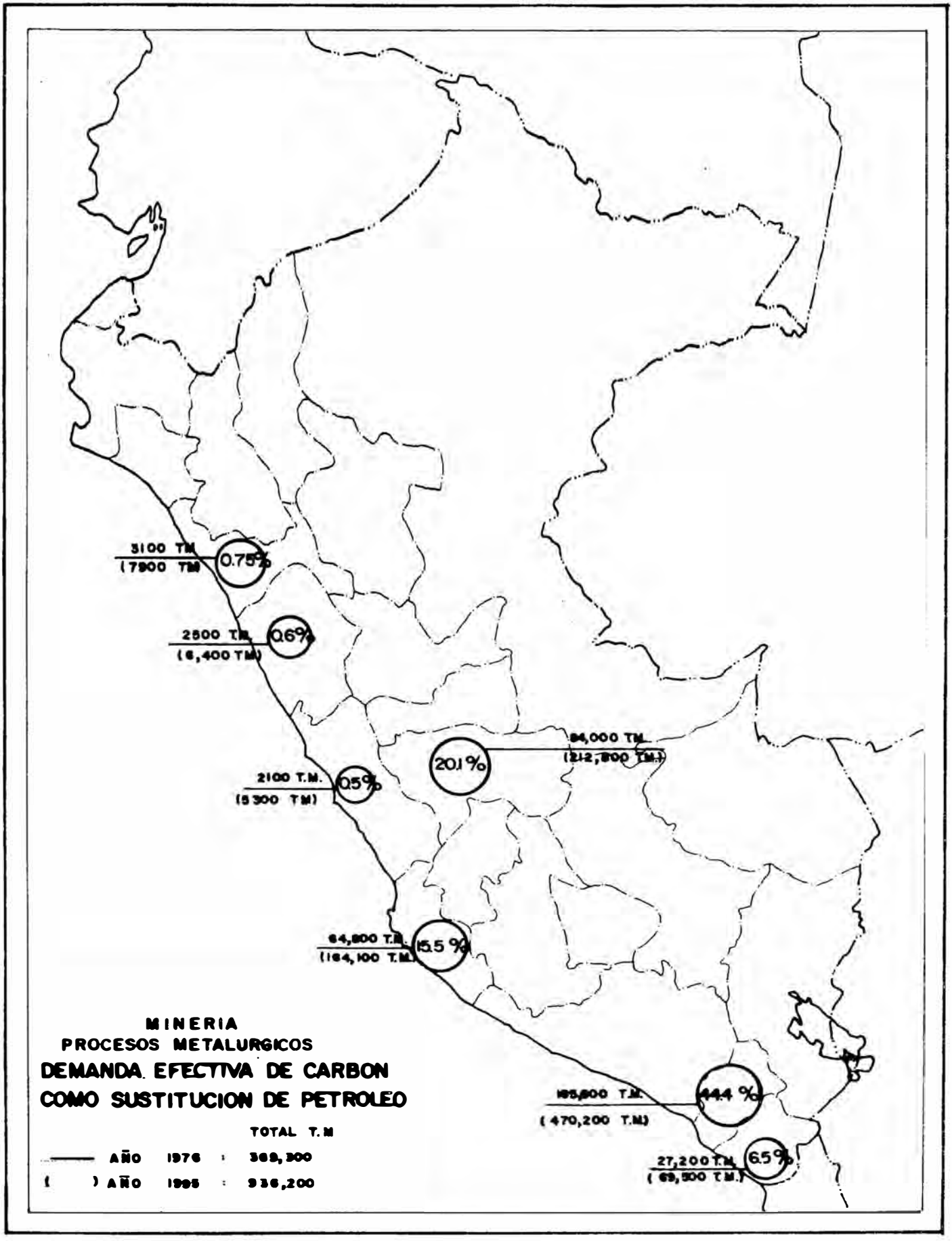
Proyección de la Demanda Efectiva Probable de Carbón a Satisfacer con Producción Doméstica.
(miles de T. M. de Carbón Equivalente)

Año	Generación Electricidad	CAPs Azucareras	Minería	Cemento	Fertili-zantes	Harina Pescado	Otros	Total Antrac.-Sub-Bitu.	Carbón Bituminoso Sider	Centromín	Total	Total (*)
1977	667	122	388	262	24.6	126	418	2,007.6	95.0	60.6	155.6	2,163.2
1978	711	123	408	271	24.9	63	439	2,039.9	95.0	60.6	155.6	2,195.5
1979	727	125	427	284	25.2	63	461	2,112.2	95.0	60.6	155.6	2,267.8
1980	773	127	448	294	25.5	63	484	2,214.5	95.0	60.6	155.6	2,370.1
1981	824	129	472	312	26.2	63	508	2,334.2	102.0	60.6	162.6	2,496.8
1982	878	131	495	329	27.0	126	533	2,519.0	102.0	60.6	162.6	2,681.6
1983	896	133	520	350	27.9	146	560	2,632.9	165.0	60.6	225.6	2,858.5
1984	953	135	547	372	28.6	167	588	2,790.6	165.0	60.6	225.6	3,016.2
1985	1,015	137	573	398	29.5	192	617	2,961.5	245.9	121.1	367.0	3,328.5
1986	1,083	138	602	419	30.4	221	648	3,141.4	264.0	121.1	385.1	3,526.5
1987	1,101	139	633	442	31.3	254	680	3,280.3	278.9	121.1	400.0	3,680.3
1988	1,173	141	665	463	32.2	291	715	3,480.2	365.0	121.1	486.1	3,966.3
1989	1,250	142	698	485	33.3	334	750	3,692.3	391.9	121.1	513.0	4,205.3
1990	1,331	144	732	511	34.2	385	788	3,925.2	450.9	121.1	572.0	4,497.2
1991	1,353	145	768	537	35.2	443	827	4,108.2	450.9	121.1	572.0	4,680.2
1992	1,441	147	808	563	36.3	509	869	4,373.3	450.9	121.1	572.0	4,945.3
1993	1,535	148	848	589	37.5	585	912	4,654.5	450.9	121.1	572.0	5,226.5
1994	1,558	150	890	619	38.5	673	958	4,886.5	450.9	121.1	572.0	5,458.5
1995	1,659	151	935	650	39.7	774	1,005	5,213.7	450.9	121.1	572.0	5,785.7

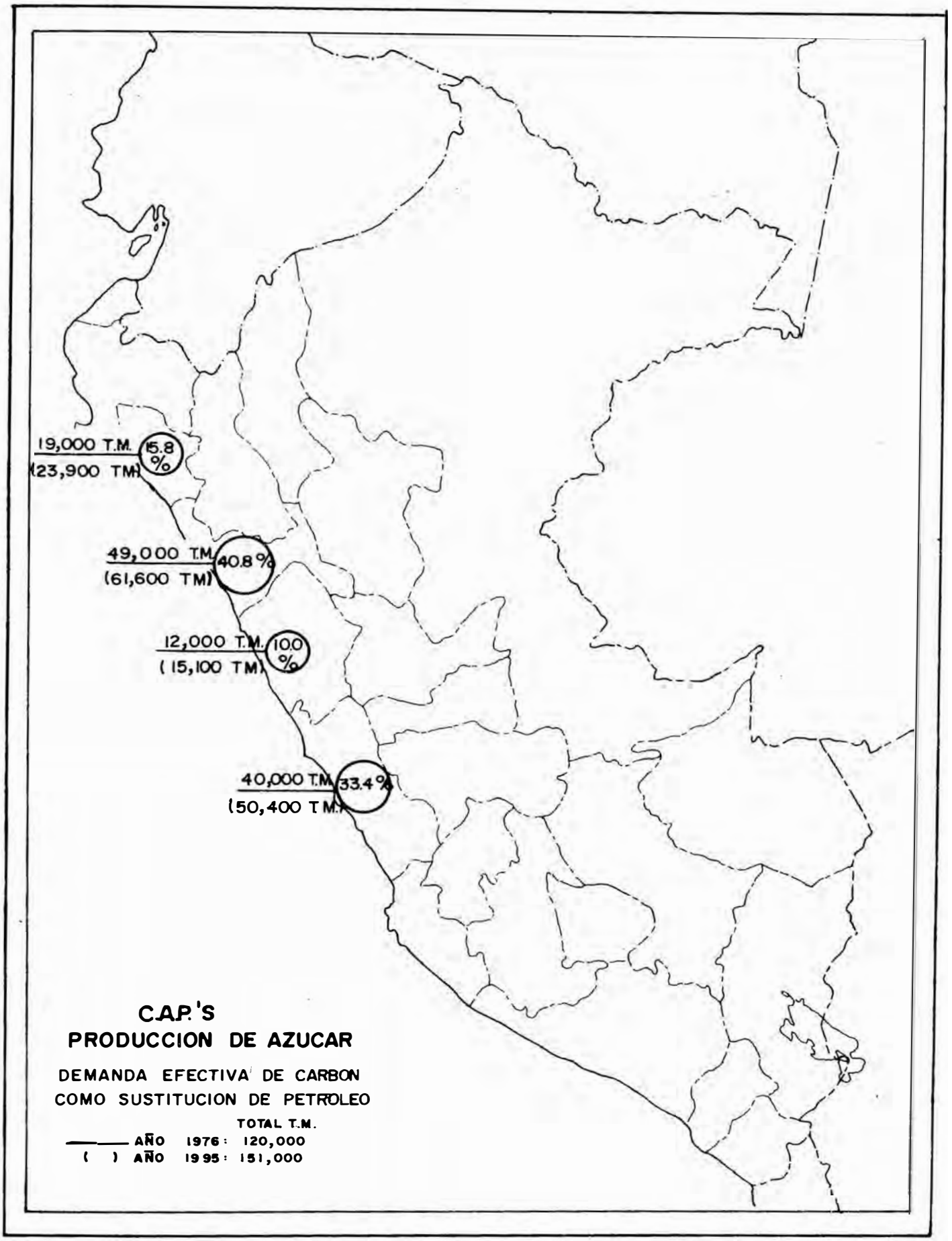
(*) Sólo considera el 30% de la demanda total de carbones para coque en Sider-Perú y los requerimientos de Centromín.


14.1% 131,000 T.M. (382,800 T.M.)
11.9% 110,600 T.M. (323,100 T.M.)
18.5% 172,600 T.M. (502,300 T.M)
5.5% 51,200 T.M. (149,300 TM)
11.1% 103,200 T.M. (301,400 T.M.)
GENERACION ELECTRICA
DEMANDA EFECTIVA DE CARBON COMO SUSTITUCION DE PETROLEO
TOTAL T.M.
AÑO 1976 : 568,600
( ) AÑO 1995 : 1'658,900

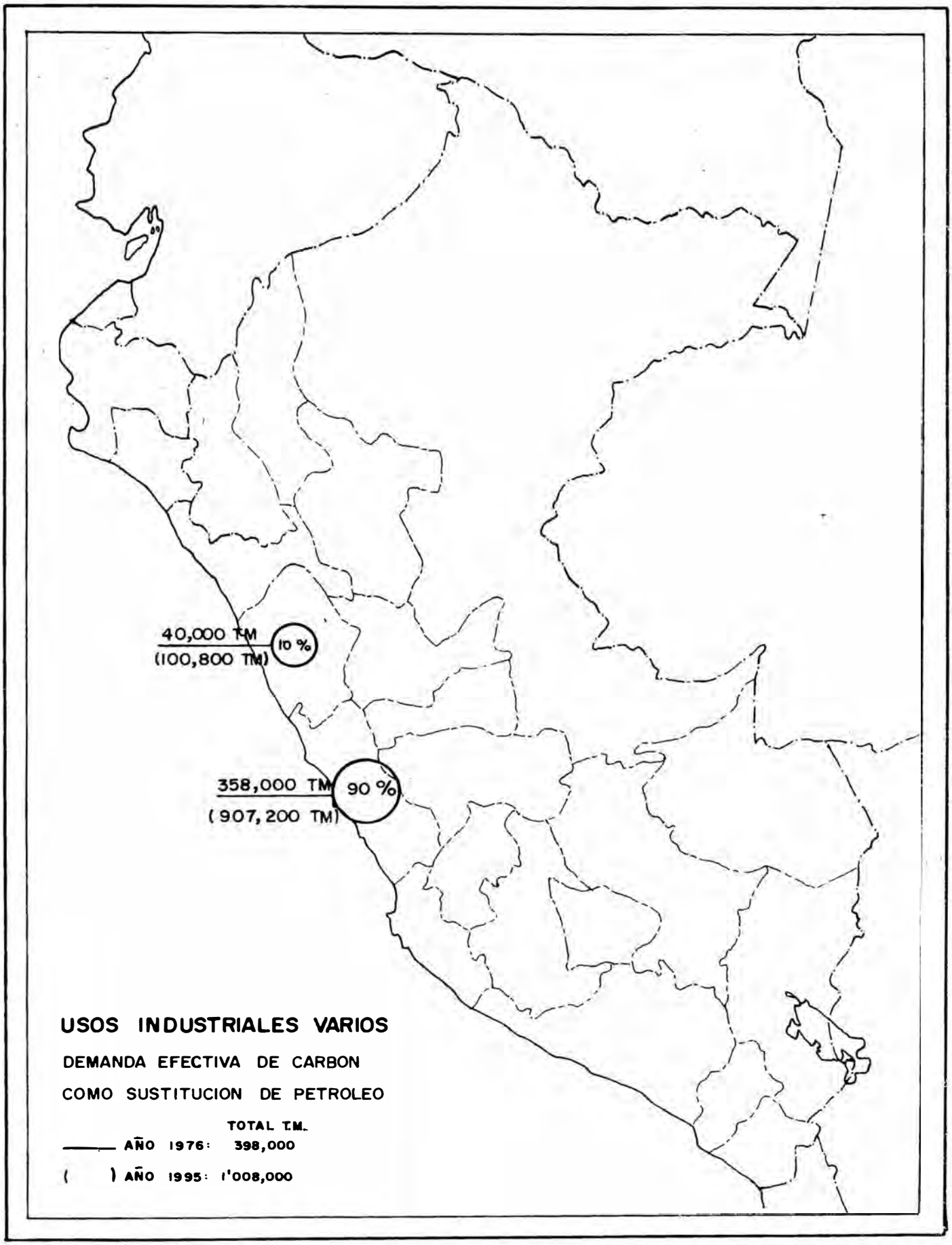

114,000 T.M.
(232,000 TM)
30 %
133,000 T.M.
(271,000 TM)
35 %
80,000 T.M.
(162,500 T.M.)
21 %
53,000 T.M.
(108,500 T.M.)
14 %
INDUSTRIA DE
HARINA DE PESCADO
DEMANDA EFECTIVA DE CARBON
COMO SUSTITUCION DE PETROLEO
TOTAL T.M.
AÑO 1976 : 380,000
( ) AÑO 1995: 774,000


3100 TM
(7900 TM)
0.75%
2500 TM
(6,400 TM)
0.6%
2100 T.M.
(5300 TM)
0.5%
84,000 TM
(212,800 TM.)
20.1%
64,800 T.M.
(164,100 T.M.)
15.5 %
185,800 T.M.
(470,200 T.M.)
44.4 %
27,200 T.M.
(69,500 T.M.)
6.5%
MINERIA
PROCESOS METALURGICOS
DEMANDA EFECTIVA DE CARBON
COMO SUSTITUCION DE PETROLEO
TOTAL T.M
AÑO 1976 : 368,300
( ) AÑO 1995 : 936,200

52,000 T.M.
(130,500 T.M.)
17.4 %
134,000 T.M.
(337,500 TM)
45 %
24.2 %
72,000 T.M.
(181,500 T.M.)
CEMENTO
DEMANDA EFECTIVA DE CARBON
COMO SUSTITUCION DE PETROLEO
TOTAL T.M.
AÑO 1976 : 258,000
( ) AÑO 1995 : 649,500


19,000 T.M. 15.8 %
(23,900 TM)
49,000 T.M. 40.8 %
(61,600 TM)
12,000 T.M. 10.0 %
(15,100 TM)
40,000 T.M. 33.4 %
(50,400 TM)
C.A.P.'S
PRODUCCION DE AZUCAR
DEMANDA EFECTIVA DE CARBON
COMO SUSTITUCION DE PETROLEO
TOTAL T.M.
—— AÑO 1976: 120,000
( ) AÑO 1995: 151,000

24,300 T.M.
100 %
(39,700 TM)
FERTILIZANTES
DEMANDA EFECTIVA DE CARBON
COMO SUSTITUCION DE PETROLEO
TOTAL T. M.
AÑO 1976: 24,300
( ) AÑO 1995 : 39,700


40,000 TM
(100,800 TM)
10 %
358,000 TM
(907,200 TM)
90 %
USOS INDUSTRIALES VARIOS
DEMANDA EFECTIVA DE CARBON
COMO SUSTITUCION DE PETROLEO
TOTAL T.M.
AÑO 1976: 398,000
( ) AÑO 1995: 1'008,000

VI. - CALCULO ECONOMICO DE LA SUSTITUCION DE PETROLEO POR CARBON MINERAL

En el Capítulo V habíamos estimado una demanda efectiva probable, de carbón mineral, a ser satisfecha con producción interna, tanto de carbón bituminoso como sub-bituminoso o antracita. En ese sentido la demanda por carbón bituminoso coquificable, pasaba de alrededor de 156,000 T.M. en 1980 a poco más de 570,000 T.M. en 1995. De esos volúmenes, parte correspondería a carbón para elaborar coque metalúrgico y el resto para coque siderúrgico. En este último uso habíamos considerado que 30% de las necesidades de la coquería (que proyecta Sider-Perú) sería cubierto por carbón coquificable de Oyón Gazuna y, el restante 70% habría que importarlo.

En el cuadro N° 1 observamos que la elaboración de coque siderúrgico en el país, utilizando la proporción de abastecimiento de carbón arriba indicada, así como la producción de coque metalúrgico con carbón nacional (eliminando la actual importación), significaría un ahorro de divisas de algo más de 764 millones de dólares (a precios de 1976) en el período 1980-1995. Con la actual estructura de abastecimientos de coque siderúrgico y carbón bituminoso (ambos importados) y con la proyección de demanda establecida, el desembolso de divisa extranjera sería de alrededor de 1,710 millones de dólares (de 1976) para el mismo período. El ahorro mencionado arriba llegaría a 1,025 millones de dólares si tuviéramos en cuenta el valor de la producción interna de carbón coquificable.

Indudablemente, nuestra estimación económica es muy genérica y preliminar, pues supone que el precio FOB, en planta de lavado del carbón, sería de 40 dólares la T.M. (a precios de 1976), cifra bastante elevada para los principales países productores de carbón, pero quizás más realista para nuestras condiciones internas. De otro lado, no fue posible llegar a detallar precios de carbón beneficiado y preparado para cada uso industrial, debido a que para ello será necesario realizar las investigaciones tecnológicas pertinentes, lo cual no está a nuestro alcance.

En cuanto se refiere a antracita y carbones sub-bituminosos, la demanda efectiva probable del país garantizaría una producción interna de más de 2'200,000 T.M. en 1980 y de alrededor de 5'200,000 T.M. en 1995. Al sustituirse petróleo por este tipo de carbones (de producción interna), en las diferentes actividades de producción industrial y de energía eléctrica, nuestro país ahorraría algo más de 1,680 millones de dólares entre 1980 y 1995. (ver cuadro N° 2). El petróleo sustituído podría destinarse a usos industriales más valiosos y complejos (petroquímica) o a la exportación, si hubiese excedentes.

Los ahorros sumados, por el uso de todos los tipos de carbones que serían extraídos de los yacimientos de Alto Chicama y Oyón-Gazuna, alcanzarían a más de 2,450 millones de dólares, a precios de 1976 en el período comprendido entre 1980 y 1995.

La estructura de demanda establecida en el presente estudio, determina una escala de extracción aceptable para ambos yacimientos. Así por ejemplo, en 1980 el yacimiento de Alto Chicama tendría una producción de alrededor de 800,000 T.M. de carbón lavado y, el de Oyón-Gazuna algo más de 1'560,000 TM también de carbón lavado.

Sin duda alguna, el avance de los actuales estudios geológicos de estos yacimientos, determinará los límites técnica y económicamente minables. De otro lado, de esos mismos estudios se derivará el sistema de minado a utilizar (subterráneo o tajo abierto), del cual, a su vez, dependerá el monto de inversión para cada yacimiento.

Informaciones internacionales de muy variada fuente presentan cifras de inversión por tonelada de carbón minado (para tajo abierto) que oscilan entre US$ 45 (Australia) hasta US$ 250 (Colombia), dependiendo, estos valores, del grado de infraestructura existente en las zonas donde se ubican los yacimientos en proyecto de explotación. (*)

(*) Ver Mining Engineering, Jan 1977

CUADRO N° 1

PERU. Carbón Bituminoso para Coque Siderúrgico y Metalúrgico No Ferroso

Cálculo Económico. Proyección 1977-1995

(miles de $ a precios de 1976)

Año	Oferta Interna de Carbón (en miles TM) (1)	(*) Valor de (1) (2)	Importación de Carbón (en miles TM) (3)	(+) Valor de (3) (4)	Valor Total de (2) + (4) (5)	(°) Valor Importación de Coque y Carbón (6)	Ahorro Neto (6) - (5) (7)
1977	155.6	6,224	221.5	13,290	19,514	34,670	15,156
1978	155.6	6,224	221.5	13,290	19,514	34,670	15,156
1979	155.6	6,224	221.5	13,290	19,514	34,670	15,156
1980	155.6	6,224	221.5	13,290	19,514	34,670	15,156
1981	162.6	6,504	238.5	14,310	20,814	37,100	16,286
1982	162.6	6,504	238.5	14,310	20,814	37,100	16,286
1983	225.6	9,024	285.0	23,100	32,124	58,010	25,886
1984	225.6	9,024	285.0	23,100	32,124	58,010	25,886
1985	367.6	14,704	574.0	34,440	49,144	88,065	38,921
1986	385.1	15,404	615.0	36,900	52,304	93,925	41,621
1987	400.0	16,000	650.4	39,024	55,024	98,975	43,951
1988	486.1	19,444	851.7	51,102	70,546	127,725	57,179
1989	513.0	20,520	914.8	54,888	75,408	138,735	61,327
1990	572.0	22,880	1,052.0	63,120	86,000	156,335	70,335
1991	572.0	22,880	1,052.0	63,120	86,000	156,335	70,335
1992	572.0	22,880	1,052.0	63,120	86,000	156,335	70,335
1993	572.0	22,880	1,052.0	63,120	86,000	156,335	70,335
1994	572.0	22,880	1,052.0	63,120	86,000	156,335	70,335
1995	572.0	22,880	1,052.0	63,120	86,000	156,335	70,335
Total (a)		260,632		683,184		1710,625	764,509

(*) a 40 $/TM FOB para carbón antracita y bituminoso de producción nacional
(+) 50.5 $/TM + 9.5 $/TM (flete) = 60 $/TM CIF de carbón bituminoso importado. Referencia: Precios U.S.A. promedio para 1976 por contratos de carbones medio y alto volátil
(°) 100 $/TM CIF de coque siderúrgico importado
40.5 $/TM + 9.5 $/TM (flete) = 50 $/TM CIF de carbón bituminoso importado para procesos metalúrgicos.
(6) Con estructura actual de consumo
(a) acumulado sólo a partir de 1980

CUADRO N° 2

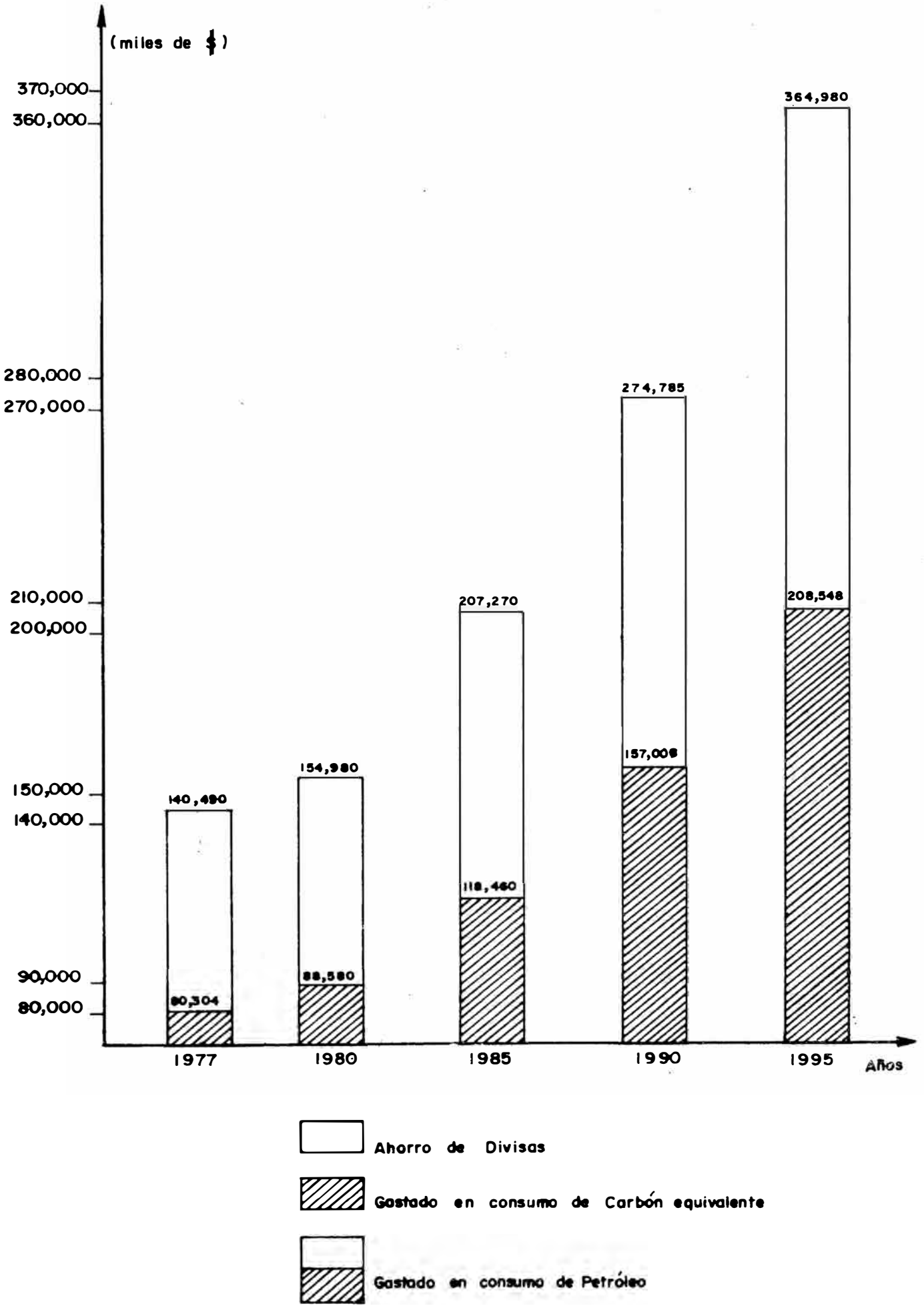
PERU. Cálculo de Ahorro de Divisas por Sustitución de Petróleo por Carbón y por Producción de Coque Siderúrgico. Proyección 1977-1995

(miles $ a precios de 1976)

	Requerimiento de Carbón (miles TM) (1)	Valor de (1) (*) (2)	Petrol. Equiv. de (1) (miles TM) (3)	Valor de (3) (+) (4)	Ahorro (4) -(2) (5)	Ahorro (6)	Total Ahorro (5)+(6) (7)
1977	2,007.6	80,304	1,338	140,490	60,186	15,156	75,342
1978	2,039.9	81,596	1,360	142,800	61,204	15,156	76,360
1979	2,112.2	84,488	1,408	147,840	63,352	15,156	78,508
1980	2,214.5	88,580	1,476	154,980	66,400	15,156	81,556
1981	2,334.2	93,368	1,556	163,380	70,012	16,286	86,298
1982	2,519.0	100,760	1,679	176,331	75,571	16,286	91,857
1983	2,632.9	105,316	1,755	184,275	78,959	25,886	104,845
1984	2,790.6	111,624	1,860	195,300	83,676	25,886	109,562
1985	2,961.5	118,460	1,974	207,270	88,810	38,921	127,731
1986	3,141.4	125,656	2,094	219,870	94,214	41,621	135,875
1987	3,280.3	131,212	2,187	229,635	98,423	43,951	142,374
1988	3,480.2	139,208	2,320	243,600	104,392	57,179	161,571
1989	3,692.3	147,692	2,462	258,510	110,818	61,327	172,145
1990	3,925.2	157,008	2,617	274,785	117,777	70,335	188,112
1991	4,108.2	164,328	2,739	287,595	123,267	70,335	193,602
1992	4,373.3	174,932	2,916	306,180	131,248	70,335	201,583
1993	4,654.5	186,180	3,103	325,815	139,635	70,335	209,970
1994	4,886.5	195,460	3,258	342,090	146,630	70,335	216,965
1995	5,213.7	208,548	3,476	364,980	156,432	70,335	226,767
Total (a)					1'686,264	764,509	2'450,773

(1) carbón sub-bituminoso y antracita
(6) del cuadro N° 1, columna 7
(*) se ha considerado un precio internacional de $ 40/TM de carbón CIF
(+) se ha considerado un precio internacional de $105/TM CIF (o $ 15/bb de petróleo)
(a) se ha totalizado sólo a partir de 1980

AHORRO DE DIVISAS POR SUSTITUCION DE PETROLEO POR CARBON MINERAL



VII. - SITUACION ENERGETICA INTERNACIONAL

1. - Recursos Mundiales de Energía

Las reservas "extraíbles" de combustibles fósiles, de las que la demanda mundial dependerá fundamentalmente hasta el fin de este siglo, por lo menos se estiman en cerca de 730,000 millones de toneladas de crudo equivalente, o dicho más técnicamente en 31,923 millones de terajoules, que equivalen a la producción de 156 años al régimen actual; lo cual, en teoría, es satisfactorio; pero no hay que olvidar que la explotación del carbón, aceite de esquistos y otros recursos, aunque factible técnicamente ofrecerá serias dificultades económicas, ambientales y de transporte.

La obtención y el consumo acumulativos de energía entre 1900 y 1974 se estima en unos 5,600 millones de terajoules; pero el régimen anual de producción aumentó más de diez veces durante esas décadas. Si las necesidades, quedasen estabilizadas, la producción total durante el último cuarto de siglo debería exceder la correspondiente a los 75 años pasados. Suponiendo un régimen de crecimiento contínuo del 4.8% anual (como durante el cuarto de siglo previo), la producción acumulativa durante los cinco lustros restantes deberá llegar acerca de 12,500 millones de terajoules, equivalente a 2/5 de todas las reservas de combustibles fósiles que, según los cálculos de estudio (*) son hoy extraíbles (en teoría). Pudiera ser posible, durante bastante tiempo, mantener la relación actual entre reservas y demanda, o hasta mejorarla, economizando combustibles y añadiendo reservas a las comprobadas.

Virtualmente, la mitad de las reservas extraíbles de combustibles fósiles son de sólidos (carbón de alto o bajo poder calorífico y de turba); apenas 1/5 es petróleo y gas natural; y algo más de 1/3 son de aceite de esquistos y de arenas bituminosas. Los recursos mundiales de combustibles sólidos pueden estimarse con mayor precisión que los otros combustibles fósiles; aunque existe una gran confusión, entre el público, acerca del significado exacto de los varios conceptos de reservas de carbón.

El estudio actual muestra que hay 1.4 billones de toneladas de reservas probadas de carbón; pero añade que sólo 590,000 millones (de los que 430,000 millones son de alto poder calorífico) están en estratos geológicos bastante favorables para que merezcan la clasificación de extraíbles dados los precios y la tecnología de hoy. (Ver cuadro N° 1).

Las futuras reservas de carbón también pueden calcularse con cierta confianza (excepto para China), siendo el total mundial de 10.8 billones de toneladas. El potencial energético de esos recursos futuros será del orden de 300,000 millones de terajoules, o sea de cerca de 10 veces el total de las reservas establecidas para combustibles fósiles de hoy; y se opina que la mitad, por lo menos, de esa cifra puede ser extraída técnicamente, aunque en el largo plazo.

En la URSS se estima que hay 5.7 billones de toneladas de reservas de carbón, más de la mitad de las de todo el mundo, pero una parte muy grande de esas reservas está en las regiones polares y por ello su producción ofrece dificultades extraordinarias. Los EE. UU. ocupan el segundo lugar, con unas reservas establecidas de 2.9 billones para el futuro, aunque sus reservas comprobadas extraíbles son mayores que las de Rusia. A China, tercera entre las áreas con reservas de carbón, se le acredita que pudiera resultar demasiado moderada. La cifra comparable para Europa, fuera de la URSS, unos 600,000 millones de toneladas es excesivamente baja en relación con su capacidad actual de producción.

(*) Estudios publicados cada seis años por la "Conferencia Mundial de Energética". Este último estudio corresponde a 1974; fue publicado en Nueva York en 1976.

CUADRO N°1

Reservas Extraíbles Medidas de Recursos Energéticos No Renovables

(en millones de terrajoules de contenido energético) (*)

	Combustible sólido (carbones)	Crudo (Petróleo)	Gas natural	Aceite de esquistos y arenas bituminosa	Total Combustibles fósiles	Uranio (1)
Países de la OECD						
EE. UU.	5,200	241	287	6,364	12,092	284
Canadá	133	46	96	3,248	3,523	161
Europa Occidental	1,294	42	144	144	1,594	43
Japón	33	0	0	--	33	3
Australia/N. Zelandia	485	10	26	10	531	104
	7,145	339	533	9,736	17,773	595
Países Socialistas (2)						
URSS	3,508	352	610	147	4,617	--
China	2,344	75	25	908	3,352	--
Europa Oriental	1,310	21	19	9	1,359	--
	7,162	448	654	1,064	9,328	--
Países de la OPEP						
Oriente Medio	6	2,094	360	--	2,460	--
Libia/Argelia	0	431	140	--	571	--
Nigeria/Gabón	5	56	54	--	115	18
Venezuela/Ecuador	0	297	40	0	337	--
Indonesia	14	63	3	--	80	--
	25	2,941	597	--	3,563	18
Otros Países	779(3)	229	129	122	1,259	211(4)
Total Mundo	15,111	3,957	1,933	10,922	31,923	824

(*) 1 terajoule = 10^{12} joules = 277,800 KWh
1 joule = 1 vatio/seg

(1) las cifras muestran riqueza energética en reactores convencionales de fusión en uranio de las reservas establecidas, salvo el producido al costo superior a $ 26/Kg, y excluyendo las reservas de los países socialistas.

(2) Incluyen algunos de los países socialistas menores (Corea Norte, Vietnam Norte, Mongolia, Cuba).

(3) Mayormente en el subcontinente Hindú (249) y Sudáfrica (249)

(4) De los que a Sudáfrica corresponden 148

Fuente: Conferencia Mundial de Energética 1975.

2. - Panorama Actual del Mercado Energético Mundial

Como todos sabemos, han ocurrido importantes cambios en el mercado energético desde 1973. Los países productores de petróleo han quintuplicado los precios petrolíferos y reducido sus ritmos de producción creando una mayor escasez de abastecimiento de petróleo. Como consecuencia, ésto ha conducido a la re-evaluación de las extensas reservas carboníferas mundiales.

Muchos países industrializados, en la creencia que el abastecimiento energético estaba disponible en cantidades ilimitadas e irrestrictas, siguieron la política de buscar la fuente más barata posible de energía, o sea el petróleo. Ha llegado a ser evidente a todos que éste fue un grave error. Además, esta política de dependencia en energía importada, en la forma de petróleo, ha conducido inevitablemente a la inseguridad del abastecimiento energético internacional.

Consecuentemente, los países importadores de energía en todo el mundo, han estado re-examinando urgentemente su situación en el abastecimiento de energía y reformulando sus políticas carboníferas.

El petróleo y el gas natural representan alrededor del 10% de las reservas energéticas fósiles mundiales, pero su contribución al consumo energético mundial se eleva aproximadamente a los 2/3; e inclusive antes de 1973, esta relación tendía permanentemente a incrementarse. Aún más, aproximadamente 2/3 de las reservas probadas de petróleo en el mundo se concentra en el Medio Oriente y Africa, lejos de las regiones importadoras netas de energía.

Obviamente otras fuentes energéticas deben ser ahora utilizadas para alterar la actual relación entre abastecimientos y reservas, si se quiere evitar otro impacto económico por emergencia energética. Aparte de la energía nuclear, la más importante contribución que puede hacerse para corregir el creciente desequilibrio en la relación abastecimiento/reserva, radica en el procesamiento y explotación de las abundantes reservas carboníferas mundiales. Mirando a la escena energética desde una perspectiva a largo plazo, podemos decir confiadamente que el carbón puede esperar un brillante y próspero futuro.

3. - Consumo Energético Mundial

La cantidad de energía consumida en el mundo ha estado duplicándose en períodos cada vez menores. Antes de 1973 este incremento se había alcanzado en un período de 15 años y se predecía que llegaría a ser incluso menor. Básicamente la perspectiva de una siempre creciente demanda energética no ha cambiado después de 1973, pero recientes pronósticos consideran ahora más realista un crecimiento anual de 3-4%.

Con anterioridad a 1973, la demanda de energía primaria para el año 2,000 había sido estimada en 40 billones de toneladas de carbón equivalente (t. c. e); hoy esta cifra se calcula en 25 billones t. c. e. o aún menos, aunque ésta es todavía una cantidad tremendamente alta, comparada con el consumo actual de 8 billones de t. c. e.

Consumo Energético Mundial por Países y Regiones. Proyección 1970-2000

(en millones de barriles diarios de Petróleo Crudo Equivalente)

	1970	1980	1990	2000
Estados Unidos	32%	28%	25%	22%
Europa Occidental	22%	20%	20%	20%
Japón	6%	7%	9%	10%
Países Socialistas	26%	29%	29%	28%
Resto del Mundo	14%	15%	17%	20%
	100%	100%	100%	100%
Total (millones bb/día)	100	170	270	405

Fuente: CIM Bulletin . Diciembre 1976.

Las fuentes energéticas más importantes en la actualidad son: Petróleo, Gas Natural y Carbón; entre estas fuentes proporcionan más del 90% del consumo energético a nivel mundial. En el cuadro N°2 podemos apreciar la distribución del consumo energético por principales países consumidores, para los años 1950, 1970 y 1975.

Dado que las principales fuentes de reservas y de abastecimientos de energía se ubican en países en - desarrollo (fundamentalmente en el cercano Oriente) , las importaciones netas de energía de los países industrializados es bastante considerable. Así podemos observar en el cuadro N°3 que en 1974 éstos - importaron alrededor de 1,390 millones de toneladas de petróleo equivalente, de una serie de productos entre los cuales predominó el petróleo crudo (96%). Las principales áreas del mundo, importadoras de energía fueron en orden de importancia: Mercado Comun Europeo (40.0%) , Estados Unidos (26.0%) y Japón (22.5%) .

CUADRO N° 2

Composición del Consumo de Energía en el Mundo, 1950, 1970, 1975.

A.- Distribución del Consumo Energético en el Mundo en 1950

	Carbón %	Petróleo %	Gas Natural %	Elec.Prim. %	Total
Mundial	55.7	28.9	8.9	6.5	100%
USA	37.8	39.5	18.0	4.7	100%
Europa Occi.	72.4	14.3	0.3	8.0	100%
Japón	61.9	5.0	0.2	32.9	100%
URSS	81.4	14.6	2.3	1.7	100%

Fuente : J. Darm Stadter and H.H. Landberg (E/MJ Oct.76)

B.- Distribución del Consumo Energético en el Mundo en 1970

	Carbón %	Petróleo %	Gas Natural %	Elec.Prim. %	Total
Mundial	31.2	44.5	17.8	6.5	100%
USA	19.1	43.9	32.7	4.3	100%
Europa Occi.	27.4	55.6	6.1	10.8	100%
Japón	22.4	68.8	1.3	7.5	100%
URSS	49.6	28.7	18.5	3.1	100%
América Latina(1969)	5.0(1)	65.0	16.0	14.0	100%

Fuente : La misma del cuadro anterior
Para A.L. ILAFA Revista de Siderurgia Latinoamericana N°191, Marzo 1976.
(1) Incluye residuos agrícolas

C.- Distribución del Consumo Energético Actual

		Carbón %	Petróleo %	Gas Natural %	Hidroelec. %	Nuclear %	Total
USA	(1975)	19.0	46.0	28.0	5.0	2.0	100%
JAPON	(1972)	16.6	76.0 (2)	8.0	5.8	0.7	100%
URSS	(1975)	32.8	37.7	24.0 (3)	1.3	0.2	100% (4
CHINA	(1975)	67.0	20.0	10.0	3.0		100%

(1) Hidronuclear,
(2) Petróleo y LNG (LNG = 0.4%). No se ha considerado el consumo de leños 0.1%
(3) Gas Natural y asociados,
(4) Además se tienen otros consumos pequeños de turba ; 1.4%
Desechos de petróleo 0.8
Energía de madera : 1.8 } 4.0%

Fuentes : Para USA y Rusia : Mining Annual Review - 1976
Para Japón : JETRO # 4 - 1974

CUADRO N° 3

Energía. Importaciones Netas - Países Industrializados (*)
(millones de toneladas métricas de petróleo equivalente)

Formas de energía	Año	EEC	Rest. Europa Occidental	USA	Canadá	Japón	Otros	Total
Combustible sólido(1)	1974	34	14	(35)	4	46	(18)	45
	1985	47	(5)	(5)	(16)	80	(56)	45
Petróleo	1974	540	131	330	(8)	274	(8)	1335
	1985	544	120	114	41	449	19	1287
Gas Natural	1974	5	3	24	(25)	3	--	10
	1985	94	(1)	(34)	(19)	56	--	96
Elec. Primaria	1974	3	--	--	(3)	--	--	--
	1985	1	--	6	(20)	--	--	(13)
TOTAL	1974	582	148	379	(32)	323	(10)	1390
	1985	686	114	81	(14)	585	(37)	1415

* Excluye Países Socialistas.
Nota : Los números entre paréntisis denotan exportaciones netas de energía
Fuente : Comisión Europea
(1) No considera carbones bituminosos para usos metalúrgicos

4. - Reservas de Petróleo

En una reciente apreciación (publicada en el N° 4 de 1975 de la Revue de la Chambre de Commerce France-Amerique Latine) se sitúan las reservas mundiales de crudo en 618 mil millones de bb., agregando que, al nivel actual de consumo, ellas corresponderían a 33 años de producción. En este mismo tipo de aproximación, podemos citar las reservas de crudo de Venezuela, que según el Ministerio de Minas e Hidrocarburos, serían a fines de 1974 de 18.6 millones de bb., lo que al ritmo actual de producción venezolana durarían unos 20 años.

Considerando que las reservas recientemente descubiertas en el Sudeste de México (Estado Chiapas y Tabasco) sean de unos 20 mil millones de bb., como lo sugieren recientes informaciones, se estima que las reservas actuales mexicanas de petróleo y gas subirían al equivalente de 25 mil millones de bb de crudo, lo que permitiría cubrir las necesidades internas en derivados de petróleo durante 26 años, considerando un incremento anual de 7.5% sobre el consumo de 1972.

En 1973, K.O. Emery, basándose en datos reunidos por Mobil Oil Co., estimó los recursos recuperables mundiales en 1.365 billones de bb. de petróleo, lo que, suponiendo un consumo mundial creciente, al ritmo de 5% anual, permitiría abastecer la demanda hasta cerca del año 2010. BF. Grosling observa en "Latin America's Petroleum Prospect in the Energy Crisis", que aún si los recursos fuesen 5 veces mayores, ello apenas retardaría el agotamiento del petróleo mundial hasta 2045. El mismo Grossling revisando la situación, llega a estimar una recuperación final mundial de 2,600 a 6,500 billones de bb. de petróleo y 13,000 a 34,000 billones de piés cúbicos de gas, cantidades a las que habría que restar 340 mil millones de bb. de petróleo y 830 billones de piés cúbicos de gas, respectivamente, consumidos por el mundo hasta fines de 1975.

Recalca que, incluso con estas mayores estimaciones se puede predecir el agotamiento dentro de un cierto número de décadas si la demanda sigue creciendo aunque fuese sólo a una muy baja tasa anual.

CUADRO N° 4

Reservas Mundiales de Petróleo Crudo al 1° de Enero de 1975

(millones de Tons)

Países	Reservas	% sobre Total Mundial
Mediano Oriente:		
Abu Dhabi	4,060	
Irán	8,931	
Iraq	4,736	
Kuwait	9,851	
Neutral Zone	2,341	
Oman	812	
Qatar	812	
Saudi Arabia	22,260	
Total	53,803	55.9
Asia del Pacífico:		
Indonesia	2,030	2.1
Europa		
Noruega	988	
Reino Unido	2,125	
Total	3,113	3.2

...

(conclusión)

Países	Reservas	% sobre Total Mundial
Africa:		
Algeria	1,042	
Libia	3,599	
Nigeria	2,828	
Total	7,469	7.8
Norte América:		
Canadá	961	
Estados Unidos	4,636	
Total	5,597	5.8
Latino América:		
México	1,838	
Venezuela	2,030	
Total	3,868	4.0
Países Socialistas:		
China	3,383	
URSS	11,286	
Total	14,669	15.2
Total General	90,549	94.0
Otros Países	5,641	6.0
Total Mundial	96,190	100.0

Fuente: International Petroleum Encyclopedia 1975.

5. - Producción de Petróleo

La producción petrolífera que había venido mostrando rápidos incrementos anuales, con 9.3% en 1973, aumentó 0.8% en 1974 cuando se produjo un total de 2,870 millones de toneladas, en tanto que recientes estimaciones de "Petroleum Economist" calculan en 2,700 millones de toneladas la producción mundial en 1975, mostrando por primera vez en varias décadas una caída de 6% respecto a 1974. La producción total de los países de la OPEP representó en 1975, 1343 millones de toneladas 13% inferior a 1974 (ver cuadro N° 5).

La producción latinoamericana de petróleo presenta una declinación de 6.8% respecto a 1973, atribuible especialmente a la baja en las exportaciones venezolanas de casi 12%, respecto al año precedente. Mexico en cambio aumentó en 16% su producción en 1974, gracias a la puesta en explotación de los yacimientos de los Estados de Chiapas y Tabasco.

CUADRO N° 5

Producción Mundial de Petróleo

(millones de T.M.)

	1974		1975		1976	
	TM	%	TM	%	TM	%
América Latina	249.0	8.7	222.2	8.2	227.4	8.0
América del Norte (USA y Canadá)	586.0	20.4	548.5	20.3	466.0	16.4
Europa Occidental	15.7	0.5	23.8	0.9	33.7	1.2
Europa Oriental y China	546.1	19.0	591.6	21.9	629.2	22.1
Africa	260.2	9.0	226.2	8.4	263.4	9.3
Oriente Medio	1,105.0	38.5	982.7	36.4	1,101.7	38.7
Extremo Oriente	110.6	3.9	106.6	3.9	122.2	4.3
Producción Mundial	2,872.4	100.0	2,701.6	100.0	2,843.6	100.0

Fuente: Petroleum Economist Vol XLIII # 1, Enero 1976, y Vol XLIV # 1, Enero 1977

6. - Consumo de Petróleo

El consumo mundial de petróleo en 1974 fue de 2,275 millones (Petroleum Economist- Mayo 1977) de toneladas; lo que supone un 5% de disminución respecto a 1973. Tal reducción se debe principalmente al clima relativamente benigno de los últimos inviernos (1973-74) y (1974-75), en los países del Hemisferio Norte, así como a la recesión económica y a las medidas adoptadas por los países importadores para reducir el consumo luego del fuerte aumento de los precios de los productos petrolíferos.

En el siguiente cuadro podremos observar con bastante claridad la forma en que el mundo actual depende del petróleo.

Según la CEPAL el porcentaje de hidrocarburos (gas y petróleo) en el consumo total energético fue el siguiente, por regiones mundiales en 1969:

América Latina	80.8%
Norte América (USA y Canadá)	72.9%
Asia, Africa, - Oceanía	57.7%
Europa Occidental	54.2%
Europa Oriental y otros países	36.6%

Fuente: Siderurgia Latinoamericana N° 191, Marzo 1976.

De este cuadro se puede desprender que América Latina depende más que ninguna otra de las principales regiones del mundo del consumo de hidrocarburos, para poner en marcha sus actividades de producción de bienes y servicios.

Esta característica de nuestra región se debería en parte a que su más rápido progreso, notable en las últimas décadas, ha coincidido en gran parte con el auge del petróleo en el mundo, y además, a la producción petrolífera propia, importante en varios países latinoamericanos: Venezuela, México, Trinidad Tobago, Argentina.

Esta situación se agrava debido a que buena parte de ese consumo de petróleo es importado. Así tenemos: (1974)

País	% Importado del Petróleo Consumido	Importaciones (-) Exportaciones (+) de petróleo (mill. de $) Calculado a $8.50/bb
Brasil	80	- 2,000
Chile	70	- 362
Honduras	100	- 30
México	10	+ 91
Perú	30	- 108
Venezuela	-	+ 9,618

Fuente: AID, PRB - Minería N° 128, Mayo-Junio 1975

CUADRO N° 6

Distribución del Consumo Mundial de Petróleo. 1974 , 1980
(millones de Tons. Métricas)

	1974	%	1980 (pr)	%
Comunidad Europea	551	24	635	24
Otros Países de Europa Occidental	140	6	190	7
Norteamérica	940	41	912	35
Japón	275	12	367	14
Otros (Sudamérica, Centroamérica, Oriente Medio y Lejano y Africa)	369	16	526	20
Total General	2,275	100	2,630	100

pr = proyectado

Fuente: European Commission- Petroleum Economist. Vol XLIII # 5 Mayo 1976.

7.- Reservas de Carbón Mineral en el Mundo

- Reservas probadas y probables - Clasificación:

Las reservas (medidas) carboníferas mundiales son casi de 1.314 billones de toneladas y los recursos (incluyendo reservas y minerales potenciales) bordean las 10.819 billones de toneladas. En el cuadro N° 7 se puede apreciar que la URSS y EE.UU. concentran el 80% de los recursos carboníferos mundiales.

CUADRO N° 7

Carbón Mineral. Reservas Mundiales por Tipos y Países

(millones de Tons. Metricas)

	Carbones Duros	Lignitos	Reservas Totales	Recursos Totales
URSS	165,800	107,400	273,204	5'713,681
Estados Unidos	123,443	58,338	365,562	2'924,503
Canadá	4,195	1,342	9,034	108,777
Asia				
China	101,100	--	200,000	1'011,000
India	10,683	897	23,160	82,977
Japón	791	235	8,628	8,628
Total Asia	114,668	1,477	240,377	1'118,823
Europa				
Alemania Federal	30,000	9,571	99,521	287,054
Alemania Democrática	--	3,000	15,000	30,000
Reino Unido	3,871	--	98,877	162,814
Polonia	3,000	800	38,874	60,603
Francia	443	15	1,407	31,252
España	453	1,190	2,202	3,562
Total Europa	41,292	37,676	300,918	638,206
Australia	13,770	10,555	74,341	198,567
Total Oceanía	13,805	10,709	74,709	199,641
Africa				
Sud Africa	10,584	--	24,224	44,339
Total Africa	12,335	315	26,607	52,029
América Latina Total	25,395	--	25,395	63,321
TOTAL MUNDIAL	500,933	217,257	1'313,791	10'818,981

Fuente: World Coal Trade, Oct 1974, modificada por informaciones de ILAFA en la parte de América Latina, publicadas en la Revista Siderúrgica Latinoamericana # 191 - de Mayo 1976: Recursos Carboníferos Mundiales.

En lo que respecta a América Latina, en particular, en Colombia se ubica casi 2/3 del total de reservas de esta Región, siguen en orden de importancia México y Brasil.

A continuación presentamos un cuadro sobre los Recursos Carboníferos en América Latina, donde además se especifica características generales de acuerdo a la clasificación internacional.

CUADRO N° 8

América Latina. Reservas Carboníferas

(en millones de Tons. Métricas)

Países	Res. Totales (medidas indicativas inferidas)	Minerales Potenciales	Reservas Totales Res.Potenciales	Características Generales de acuerdo a la clas. internacional
Argentina	484		484	C. T. : 600 al 900
Brasil	4,050	considerable	4,050	C. T. : 600 al 900
Colombia	17,000	23,000	40,000	C. T. : 100, 200, 333 334, 433, 434, 533, 534 535, 600 al 636, 733 800, 900
Chile	400	5,000	5,400	C. T. : 632, 633, en general del 600 al 900
México	2,074	9,926	12,000	C. T. : 100, 200, 433, 434, 435
Perú	328	considerable	328	C. T. : 100, 200, 333
Venezuela	1,059		1,059	C. T. : 535, 623, 722
Total Amér. Latina	25,395	37,926	63,321	

C. T. = Carbones de Tipo.

8. - Producción Mundial de Carbón

Actualmente, el uso de carbón como elemento energético participa de un tercio del consumo mundial de energía primaria. El mayor volumen de consumo de carbón corresponde a la producción local de un sin número de países. Actualmente el carbón es extraído en más de 50 países.

Aproximadamente 90% de la producción mundial de carbón es obtenida de 8 países, entre los cuales, países tan grandes como URSS, EE.UU. y la República Popular China, juegan un rol dominante. Los otros países productores son: Polonia, el Reino Unido, Alemania Federal, India y los recientemente desarrollados países, extractores de carbón: Sudáfrica y Australia. (Ver cuadro N° 9).

Mientras aproximadamente 75% de la producción mundial de carbón mineral, consiste en carbón vapor, y aproximadamente 25% en carbón coquizable, la situación en el comercio mundial de carbón es casi aproximadamente opuesto. El volumen del comercio internacional del carbón llega a alrededor de 240 millones de toneladas (incluyendo el intercambio interno entre los bloques económicos regionales: EE.UU. Canadá CEE y países del COMECON), que representan sólo el 10% de la producción total del mundo (sin contar - lignitos).

Este hecho refleja en cierta forma, la bastante uniforme distribución de las reservas carboníferas en todo el mundo, e implica que los más importantes consumidores energéticos tienen grandes reservas de carbón a su disposición.

En Latinoamérica la explotación carbonífera se ha desarrollado apenas en función del consumo siderúrgico y sólo en pequeña proporción se utiliza en termoelectricidad, como se puede apreciar en los cuadros correspondientes. Incluso las expectativas hacia 1980 (para América Latina) están predominantemente en función de su empleo en siderurgia.

Colombia permanece como el principal país productor en Sudamérica habiendo alcanzado en 1974 la cifra de 3'600,000 toneladas.

América Latina. Producción de Carbón Mineral

(en miles de T.M.)

País	1973	1974
Brasil	2,516	2,600
Chile	1,350	1,400
Colombia	3,300	3,600
Otros	850	885
Total Sudamérica	8,016	8,485

Fuente: International Coal Trade, Abril 1975.

CUADRO N°9

Producción de Carbón por Principales Paises Productores en el Mundo
(miles de toneladas netas).

A.- Carbón Bituminoso

Países	1971	1972	1973	1974
URSS	537,419	467,437	478,610	484,548
América :				
EE.UU	545,790	584,387	577,574	585,504
Canadá	15,132	17,437	18,540	19,800
Asia :				
China (*)	410,000	420,000	450,000	468,000
India	78,814	82,421	84,878	91,779
Japón	36,852	30,469	24,468	22,259
Europa :				
Alemania Federal	117,909	104,161	99,843	96,966
Alemania Democrática	1,320	898	830	660
Reino Unido	157,607	134,261	145,505	117,000
Polonia	160,376	166,115	172,655	178,579
Francia	26,274	23,455	20,492	18,652
España	8,610	8,820	7,690	8,065
Oceanía :				
Australia	54,015	65,796	66,867	70,116
Africa :				
Sud Africa	62,639	62,946	67,179	70,319
	2' 096,103	2' 168,603	2' 215,131	2' 232,247
Otros :	206,809	89,329	89,161	91,979
TOTAL	2' 302,912	2'257,932	2'304,292	2'324,226

(*) incluye lignitos
Fuente : World Coal Trade - US Bureau Mines-1975

B.- Carbón Antracitoso (en miles de Tons netas)

Países	1971	1972	1973	1974
URSS	83,511	83,133	84,253	87,100
América :				
EE.UU.	8,727	7,106	6,830	6,617
Asia :				
China	22,000	22,000	22,000	28,000
Japón	549	504	239	154
Europa :				
Alemania Federal	10,935	8,793	7,455	7,617
Reino Unido	4,546	3,794	3,697	3,300

conclusión :

Países	1971	1972	1973	1974
Francia	10,118	9,353	7,816	6,586
España	3,170	3,312	3,292	3,224
Africa :				
Sud Africa	2,029	1,473	1,552	1,782
	145,585	139,468	137,134	144,380
Otros	53,128	53,595	57,270	61,878
TOTAL	198,713	193,063	194,404	206,258

Fuente : World Coal Trade US Bureau Mines 1975
Para Sección A: International Coal Trade, April 1975

C.- Carbón Lignito (en miles de Tons netas)

Países	1971	1972	1973	1974	1975	1976
URSS	169,030	171,651	173,019	176,346	160,216	172,000
América :						
EE.UU.	6,402	10,999	14,164	15,496	18,174	23,600
Canadá	3,300	3,283	4,028	3,800	3,549	4,678
Asia :						
India	4,034	3,381	3,638	3,328	2,822	3,350
Corea del Norte	--	--	--	7,900	9,000	9,000
Turquía	--	--	--	11,069	11,760	12,360
Europa :						
Alema.Feder.	115,167	121,712	130,798	138,938	123,377	134,535
Alema.Democ.	289,713	273,870	271,438	268,368	246,592	250,000
Polonia	38,048	42,131	43,227	43,900	39,865	39,305
Francia	3,032	3,265	3,047	3,042	3,085	3,142
España	3,396	3,359	3,306	3,197	3,383	3,950
Bulgaria	--	--	--	23,998	27,515	27,500
Checoslovaquia	--	--	--	82,156	86,266	89,468
Yugoslavia	--	--	--	32,993	34,939	36,513
Oceanía :						
Australia	25,775	26,121	27,201	31,135	28,177	30,415
	657,897	659,772	673,866	845,666	798,720	839,816
Otros :	223,561	227,065	229,986	72,451	68,503	72,271
TOTAL	881,458	886,837	903,852	918,117	867,223	912,087

Fuente : World Coal Trade, US Bureau Mines 1975
International Coal Trade, Mayo 1977 para los años de 1975 y 1976

9. - Consumo de Carbón

Aproximadamente los 2/3 de la producción mundial carbonífera son consumidos por dos sectores: la industria de generación de electricidad y la industria siderúrgica.

Todos los otros grupos consumidores, por ejemplo, consumo urbano, comercio al menudeo de carbón e industrias misceláneas son ahora de menor importancia, habiendo sido reemplazado el carbón, para estos propósitos, y desplazado fuera del mercado por la fuerte competencia del petróleo y gas. Esto se aplica especialmente a Europa Occidental y Japón.

El esquema de consumo del carbón varía grandemente en las diferentes áreas del mercado mundial. Mientras en los países industrializados, un quinto de su consumo energético total es satisfecho por el carbón, el porcentaje correspondiente para los países del bloque oriental llega a más de 50% y para los países en desarrollo a menos de 20%.

Examinando más de cerca los sectores del mercado del carbón y primeramente la industria de generación eléctrica, observamos que la proporción de electricidad, es decir la cantidad de energía requerida para su generación, usada en el consumo energético total mundial, ha crecido constantemente desde el fin de la segunda guerra mundial y no parece que esta tendencia fuese a cambiar en las décadas venideras. Actualmente, la electricidad representa alrededor del 25% del consumo energético total mundial. De 1950, hacia principios de 1970, este consumo total se ha triplicado, mientras en el mismo período la generación eléctrica se ha septuplicado, implicando por ello un desplazamiento de otros recursos.

La cantidad actual de generación eléctrica es de unos 6,000 TWh (1 TWh = 10^{12} watt hora); aproximadamente 40% de la cual es aportada por el carbón. Las fuentes de energía empleadas en generación eléctrica varían de región en región.

El aporte del carbón a la generación eléctrica en EE.UU. y los países socialistas han excedido el 45% mientras que, la situación en los países del OCDE se ha deteriorado desde 1950, habiendo caído esta cifra a un 33% en la actualidad, debido a su desplazamiento por petróleo barato.

En el siguiente cuadro se puede apreciar los principales rubros a que se destina el carbón consumido. Tanto en Australia, EE.UU. y Alemania Federal podemos ver que el mayor uso del carbón es en generación de electricidad, seguido por el consumo en siderurgia.

CUADRO N° 10

Usos del Carbón Mineral en Diversos Países

A. - Consumo de Carbón en Australia
(en miles de toneladas métricas)

Industria	1970	%	1971	%	1972	%	1973	%	1974	%
Hierro y Acero	7896	30.9	8084	32.4	7653	30.0	8948	32.7	8981	30.6
Generación de Electricidad	12913	50.5	12702	50.9	13874	54.4	14607	53.3	14787	53.4
Ferrocarriles y Town Gas	846	3.3	522	2.1	325	1.3	164	0.6	139	0.5
Cemento	934	3.7	803	3.2	793	3.1	899	3.3	862	3.1
Coque Metalúrgico	520	2.0	550	2.2	440	1.7	473	1.7	393	1.4
Embarc. Carbón	3									
Otros Consumidores	2455	9.6	2295	9.2	2404	9.4	2303	8.4	2522	9.1
Total	25567		24956		25489		27394		27684	
Incluye N.W.W. Coal	18611		18253		18553		20107		20025	

B. - Consumo de Carbón en EE. UU.
(millones de toneladas)

Consumidor	1974 (*) (P)	%	1975 (*) (E)	%	1976 (+) (E)	%
Electricidad para Serv. Público	388.2	70.4	405	71.7	443	74.0
Carbón Coquificable	89.7	16.3	87	15.4	87	14.5
Industria General	64.6	11.7	65	11.5	64	10.7
Distribución al por menor	8.8	1.6	8	1.4	5	0.8
Total Doméstico	551.3	100.0	565	100.0	599	100.0
Exportaciones a : Canadá	13.7		17		17	
Ultramar	46.2		50		45	
Total Consumo	611.2		632		661	

(P) = Preliminar ; (E) = Estimado
Fuente: (+) KNB Noviembre 29, 1976 ; * KNB Julio 1975

C. - Consumo de Carbón en Alemania Federal
(millones de Toneladas)

Consumidor	1974	%	1975	%
Hierro y Acero (Ind. Prod)	29.6	38	21.6	38
Centrales de Energía	32.0	42	23.0	41
Carbón al Menudeo	7.0	9	5.2	9
Diversos	9.2	11	6.9	12
Total Doméstico	77.8	100	56.7	100
Exportación	32.7		23.3	
Total	110.5		80.0	

Fuente: Mining Annual Review - Junio 1976

A. - Consumo de Carbón en Latinoamérica y sus Principales Usos

La situación petrolera mundial también ha repercutido en las naciones sudamericanas. Aunque Sudamérica sólo tiene el 1% de las reservas mundiales de carbón (de 60 a 70 mil millones de TM) según un estimado de la Comisión de las NN. UU., sus reservas pueden ser minadas económicamente.

En los últimos años sólo Argentina, Brasil, México y Venezuela han hecho estudios sobre la calidad y el tamaño de sus reservas. Colombia, que posee las mayores reservas recién están empezando a ejecutarlos.

A continuación se muestra el consumo de carbón y sus principales usos de los siete países de Latinoamérica (ver cuadro N° 11) contando además la parte que corresponde a producción nacional y lo que corresponde a importación; y en los cuales podemos apreciar como justamente en los países con una industria más desarrollada, el carbón es usado más equitativamente entre la siderurgia y la generación de electricidad.

Los principales consumidores (*) son: Brasil (4'615), México (4'162); Colombia (3'000); Chile (1'830); Argentina (1'461); Venezuela (548); Perú (353).

De estos 7 países el único que se autoabastece de carbón es Colombia, su volumen de producción ocupa el tercer lugar después de Brasil y México.

(*) Año 1972 en miles de toneladas.

CUADRO N° 11

Consumo Aparente de Carbón y su Distribución en los Sectores de Siderurgia y Electricidad

(en miles de toneladas)

A.- ARGENTINA	1960	1965	1970	1972	1980[a]
Producción[b]	183	374	616	675	3000
Importación[c]	1480	794	771	786	4326
Consumo aparente	1663	1168	1387	1461	7325
Porcentaje de consumo					
En siderurgia[d]	22	60	42	44	61
En generación de electricidad	23	17	34	18	32

a) Cifras del Plan Energético 1974-1977
b) Corresponde a carbón lavado
c) Incluye el coque 1445 kilos de carbón por tonelada de coque
d) Exclusivamente en la producción de coque metalúrgico

Fuente : Servic. Informa. de CEPAL N°173 Oct.'74 Persp. de Carb. de A.L.

B.- BRASIL	1960	1965	1970	1972	1980
Producción[a]	1430 (2160)	1970 (3371)	2361 (5172)	2497 (5859)	5600
Importación	972	1264	2116	2128	9010
Consumo aparente	2402	3234	4477	4625	14610
Porcentaje del consumo					
En siderurgia[b]	51	50	56	82	83
En generación de electricidad	20	32	34	35	17

Fuente : Estadística Brasilera de Energía 1973 N°17

a) Estas cifras corresponden a carbón dos veces lavado. Las que están entre paréntesis son las cantidades de carbón bruto (raw coal) extraídas de la mina.
b) Calculada en función del consumo de coque. Se consideraron 1450.
c) Carbón y Coque - ILAFA - página 100.

C.- COLOMBIA	1960	1965	1970	1972	1980[a]
Producción	2600	2800	2600	3000	4850
Importación					
Consumo aparente	2600	2800	2600	3000	4850
Porcentaje del consumo					
En siderurgia	13	16	16	18	32
En generación de electricidad		15	14	13	13

Fuente : ILAFA, Carbón y Coque para la Industria Siderúrgica.

a) Se consideró que una tonelada necesitaba 1459 kilos de carbón bruto.

D.- CHILE	1960	1965	1970	1972	1980
Producción	1471	1727	1510	1450	2000
Importación[a]	351	163	300	380	400
Consumo aparente	1822	1890	1810	1830	2400
Porcentaje del consumo :					
En siderurgia	18	17	26	27	42
En generación de electricidad	12	21	49	35	45

Fuente : ILAFA, Carbón y Coque para la Industria Siderúrgica.

a) Incluye el coque importado, para su transformación se consideró que se utilizaban 1450 kilos de carbón por tonelada de coque.

E.- MEXICO	1960	1965	1970	1972	1980
Producción	1756	2005	2959	3264	13765
Importación[a]	60	154	820	898	
Consumo aparente	1816	2159	3719	4162	13755
Porcentaje del consumo :					
En siderurgia	59	63	60	68	86
En generación de electricidad		0.4	3	3	

Fuente : ILAFA, Seminario del Carbón y Coque, Caracas.

a) Incluye el coque importado. Se consideraron 1450 kilos de carbón por toneladas de coque.

F.- PERU	1960	1965	1970	1972	1980
Producción	162	129	147	150	1000
Importación[a]	22	9	203	203	300
Consumo aparente	184	138	350	353	1300
Porcentaje del consumo :					
En siderurgia	12	7	58	56	84
En metalurgia				43	

Fuente : ILAFA y Anuario de Congreso Exterior

a) Las cifras corresponden al carbón equivalente al coque importado. Se consideró 1450 kilos de carbón por tonelada de coque.

G.- VENEZUELA	1960	1965	1970	1972	1980
Producción	35	30	40	40	--
Importación (+)		290	458	508	--
Consumo aparente	35	320	498	548	--
Porcentaje del consumo :					
En siderurgia	--	91	92	93	--
En generación de electricidad					

Fuente : ILAFA Carbón y Coque para la Industria Siderúrgica

(+) Corresponde al coque importado. Se consideró 1450 kilos de carbón por tonelada de coque.

B. - Consumo del Carbon en la Industria Siderúrgica

El consumo anual mundial de carbón coquizable llega a alrededor de 500 millones de ton. de las cuales 80% es absorbido por la siderurgia. Interrogantes concernientes con la tendencia futura en la siderurgia fueron discutidos detalladamente en el 9° Congreso del IISI (*) en México.

Suponiendo un ritmo anual de aumento en la demanda mundial de carbón coquizable de 2.4%, aparentemente una cifra conservadora, las necesidades para 1985 crecerán desde el rango actual hasta 640 millones de toneladas.

Las futuras estimaciones de la demanda de carbón coquizable toman en consideración que habría una mayor disminución del consumo específico de coque y que los desarrollos tecnológicos (blending, precalentamiento, coque formado) podrían afectar ligeramente la necesidad de carbón coquizable.

Todo ésto resultará en una demanda adicional de unos 140 millones de toneladas, hacia el año 1985, para lo cual la industria minera carbonífera debe estar plenamente programada ahora, además del reemplazo normal de depósitos agotados y, las coquerías edificadas a tiempo.

No debe ocultarse el hecho que la restricción en el mercado para la demanda de carbón coquizable, ha sido la razón para acelerar la investigación procurando nuevos métodos de fabricación de acero que puedan prescindir del carbón coquizable o al menos ensanchar el rango de tipos de carbones posibilitándoles para ser utilizados con propósitos metalúrgicos en el procesamiento siderúrgico.

Si después de 1985 nuevos procesos reemplazasen el clásico alto horno, el mercado de carbón coquizable disminuiría posiblemente en la siderurgia hacia fines del siglo.

Por otra parte, los nuevos procesos conducirían a una creciente demanda de gas y electricidad. Dado que el abastecimiento de gas natural seguirá siendo comparativamente escaso, se tornará urgente su sustitución por gas de carbón. Podría ser que la eventual declinación en la demanda de carbón coquizable por la siderurgia fuese compensado por un aumento en la demanda de carbón para generación eléctrica y gasificación.

10. - Tendencia en los Usos del Carbón

Considerando el panorama a largo plazo, sin embargo, deben desarrollarse nuevas formas de ofrecer el carbón mineral al mercado energético, con el fin de mejorar las perspectivas de satisfacer los deseos de los consumidores así como los requerimientos de protección ambiental. Al mismo tiempo, con esta estrategia podrían abrirse nuevos y promisorios mercados. El potencial de las técnicas de conversión del carbón, tales como la licuación y gasificación, debería ser acuciosamente investigado.

Entre estas posibilidades, la gasificación del carbón tiene tal vez las mayores perspectivas de convertirse en una importante fuente energética, ya que puede reemplazar al petróleo mineral en varios sectores consumidores, y finalmente, cuando las débiles reservas de gas natural lleguen a agotarse, se transformaría en el sustituto deseado. En los países industrializados más avanzados, está siendo considerablemente intensificado el trabajo de investigación y desarrollo en este campo.

Los EE. UU. dan prioridad a los métodos convencionales de gasificación del carbón, en los que una parte del carbón se ocupa en generar el calor necesario al proceso. Estos métodos son menos apropiados en los países productores de carbón en Europa Occidental, debido al relativamente alto costo de producción del carbón mineral.

Por consiguiente, se pondrá gran énfasis en Europa, en el desarrollo de procesos combinados, donde se emplearía el calor de proceso de reactor nuclear de alta temperatura con el propósito de gasificar carbón. Mediante este proceso podría economizarse un tercio del costo del carbón empleado.

Los productos de licuación del carbón no estarán disponibles en el mercado sino posteriormente, ya que un considerable trabajo de investigación y desarrollo debe aún ser realizado antes que este combus-

(*) International Iron and Steel Institute

tible líquido llegue a constituir un asunto económicamente viable. La producción de aceite o petróleo - de carbón, no debe ser sólo considerado como un medio de aliviar la dependencia en el abastecimiento de petróleo mineral, sino que debería también ser visualizada como una solución al problema ambiental, ya que el petróleo de carbón es un producto sin cenizas y de bajo azufre.

Basados en el consumo actual, los expertos han pronosticado una cuadriplicación de la demanda de electricidad hacia el año 2000; ello significaría unos 25,000 TWh.

Se puede esperar que habrá gran márgen para un sustancial aumento en el consumo de carbón en este sector, a pesar de la creciente importancia de la energía nuclear. En contraste con ésto, en casi todos los países industrializados que habían programado ambiciosos planes de expansión de la energía nuclear, el entusiasmo previo ha sido reemplazado por una apreciación más realista de las actuales posibilidades técnicas, financieras y ambientales.

Además, hay un perceptible deseo mundial de limitar el uso de gas natural y petróleo mineral en la generación eléctrica. Consecuentemente, si la creciente demanda de electricidad debe ser satisfecha , el carbón tiene buenas posibilidades de llenar el déficit, aunque deben realizarse considerables esfuerzos para hacer frente a este reto. Los pronósticos estiman que la cantidad de carbón actualmente empleada en las usinas generadoras, se duplicará hacia el año 2000.

La expansión de la producción carbonífera, por supuesto, no estará libre de las restricciones de capital, mano de obra, tecnología, ambiente e infraestructura. Las crecientes oportunidades para absorver carbón en este sector, requerirán entonces la implementación de medidas gubernamentales adicionales, dirigidas a la vez a restringir el uso de gas y petróleo en las plantas nuevas y en las existentes, así como a promover y respaldar las nuevas plantas generadoras alimentadas en carbón. Además, esta posibilidad presupone que los requerimientos ambientales especiales no causarán excesivas demoras en la puesta en marcha de nuevas plantas generadoras a carbón.

Obviamente el carbón, como el petróleo combustible, requiere de extensas instalaciones para eliminar azufre, (los desarrollos técnicos logrados en este campo hasta ahora, son muy alentadores), de tal manera que la desulfuración no debiera constituir un obstáculo difícil para aumentar el abastecimiento de carbón a plantas generadoras.

11.- Carbón - Comercio Exterior

Los principales exportadores de carbón en 1973 fueron los siguientes países:

EE.UU., Polonia, Australia, Alemania Federal y Canadá, que concentraron el 93% del total de 171 millones de toneladas de exportaciones mundiales (ver cuadro N°12).

Existen además 2 exportadores potenciales: La República Popular China y la República de Sud Africa.

Sólo EE.UU. detentó el 28% de las exportaciones totales de 1973, proveniendo principalmente del sur - oeste de Virginia, de la parte Occidental de Kentucky y del norte de Tennesse, utilizando los puertos de la costa oriental en Hampton Roads y Baltimore. También salen cargamentos de los puertos del Golfo y se espera que lo hagan pronto de Mobile, Alabama.

Las exportaciones de Polonia representan el 19% del total mundial (también en 1973). La mayoría de sus exportaciones a Europa Oriental se hacen por ferrocarril, mientras que, los embarques a los países occidentales se hacen en "Ocean Bulk Carriers"; los principales puertos utilizados son Gdynia , Gdansk; Szczecin, Swinoujscic.

El 87% de las exportaciones que hace Australia va al Japón, lo cual lo hace muy dependiente de las fluctuaciones de las industrias japonesas.

A pesar que importa cantidades significativas, Alemania Federal provee el 8% de las exportaciones mundiales vendiéndoles principalmente a los países vecinos, miembros de la Comunidad Económica Europea

Canadá es un país considerado entre los principales exportadores e importadores. Sus exportaciones - provienen casi exclusivamente de sus depósitos del Oeste localizados en Alberta y British Columbia. Estas exportaciones significan casi el 50% de su producción nacional. Sus exportaciones a Ultramar

consisten casi exclusivamente de carbón coquificable; mientras que, las hechas a EE. UU. y las Islas - Francesas aledañas de St. Pierre y Miquelón, son principalmente de carbón vapor.

La Unión Soviética participó con el 15% en las exportaciones mundiales, siendo el 83% de ellos carbón bituminoso y el 17% antracita. Dos tercios de estas exportaciones van al bloque socialista y el resto a otros países.

CUADRO N° 12

Comercio Mundial - Exportaciones - de Carbón

(en miles de toneladas netas)

País	1971	1972	1973	1974
Australia	20,798 (1)	24,059 (1)	28,386 (1)	30,595 (1)
Bélgica	416	451	395	496
Canadá	7,734	8,413	12,024	11,876
Francia	933	980	904	595
Alemania Federal	15,495 (2)	14,378 (2)	15,274 (2)	19,229 (2)
Países Bajos	1,037 (3)	1,142 (3)	1,103 (3)	730 (3)
Polonia	33,389	36,035	39,529	44,125
Reino Unido	2,971	1,958	2,969	2,056
Unión Soviética	27,448	26,896	26,963	28,881
EE. UU.	57,304 (4)	56,704 (4)	53,587 (4)	66,661 (4)

(1) Año Fiscal-final de junio 30
(2) Excluye embarques a Alemania Democrática
(3) Excluye exportaciones a Bélgica-Luxemburgo
(4) Excluye embarques a Fuerzas Militares de EE. UU.

Fuente: 1975 Coal Trade - US Bureau of Mines

De otro lado, los principales países importadores de carbón, en el mismo año, fueron: Japón, Canadá, Francia, Italia, URSS, Bélgica, Alemania Oriental, Alemania Federal, Bulgaria y Checoslovaquia, (ver cuadro N° 13). Estos países demandan el 80% de las importaciones de carbón.

Japón importó 1/3 del total mundial (aproximadamente 57 millones de T. M. de carbón) unos 22 millones de carbón coquificable conteniendo más de 8% de cenizas e igual cantidad de carbón con menos de 8% de cenizas. Los carbones de más alta calidad provienen de EE. UU., Australia, Canadá, Polonia y la Unión Soviética. Los carbones de mayor contenido de cenizas de Australia, Canadá, la Unión Soviética y EE. UU., en ese orden de importancia.

CUADRO N° 13

Comercio Mundial - Importaciones de Carbón

(en miles de ton. Netas) .

País	1971	1972	1973	1974
Bélgica	5,821 (1)	6,839 (1)	7,914 (1)	10,456 (1)
Canadá	18,136	19,644	16,475	13,648
Francia	15,031	12,896	13,501	16,949
Alemania Federal	8,011	7,639	7,739 (2)	6,434 (2)
Italia	13,227	13,037	12,645	14,127
Japón	51,724	54,320	62,671	70,715
Países Bajos	3,515 (3)	3,374 (3)	4,214 (3)	4,650 (3)
Polonia	1,314	1,313	1,272	1,250
Reino Unido	4,675	5,598	1,847	3,909
URSS	9,248	10,681	10,064	10,465
EE. UU.	111	47	127	2,080

(1) Incluye Luxemburgo
(2) Excluye embarques de Alemania Democrática
(3) Excluye importaciones de Bélgica

Fuente: 1975 Coal Trade US - Bureau of Mines

12. - Precios

Luego de presentar una tendencia alcista, entre 1945 y 1957, los precios del petróleo bajaron ligeramente (en relación a este último año) y se mantuvieron estables hasta 1973. (US$2.89 por barril). Al año siguiente se produce un incremento extraordinario, pues el precio se multiplica por cuatro (en promedio) En los años subsiguientes se registran incrementos de 5% a 10% por año hasta llegar a US$ 13.30 por barril, para el segundo semestre de 1977. Ello significó un aliciente para un mayor desarrollo de la minería del carbón, puesto que el precio de 0.667 T. M. de petróleo se había incrementado de US$13.55 en 1973 a US$ 62.38 para el segundo semestre de 1977. Nos referimos a dicha unidad de medida, dado que ella es equivalente (calóricamente) a una T. M. de carbón mineral.

El comportamiento de los precios del carbón mineral fue semejante al del petróleo. Registró una estabilidad hasta 1968, para incrementarse en los años sucesivos, debido fundamentalmente a la fuerte presión de los costos de producción y transporte a los puertos de embarque (*). Entre ese año y 1973 el precio - promedio se multiplicó por 2.23 veces. Sin embargo no hay que olvidar que alrededor del 80% de los carbones exportados por Estados Unidos son de tipo bituminoso para usos metalúrgicos (especialmente en coque siderúrgico) en los que el petróleo no puede ser sustituto total. Ello explica porqué los precios promedios del carbón exportado subieron tanto en el lapso de 5 años (después de 1974). Aprovechando del fuerte - incremento del precio del petróleo, el carbón bituminoso alcanza niveles de precio semejantes a los obtenidos por aquel (ver cuadro N° 14).

(*) Debido a la gran diversidad de tipos de carbón mineral, que se exportan a los mercados internacionales, hemos considerado para este análisis de comparación, los precios promedios FOB, de exportación de carbón bituminoso de los EE. UU. Este país exporta aproximadamente el 30% del total de exportaciones mundiales de carbón bituminoso, por lo cual consideramos que sus precios son representativos.

CUADRO N° 14

Precios Internacionales del Carbón y Petróleo

(sólo en base a la exportación de carbón bituminoso de USA)

Años	Petróleo ($ x 0.667 T.M.)	Carbón (1) ($ x T.M.)
1945	5.72	--
1949	--	8.38
1957	14.49	8.99
1965	13.41	8.21
1968	13.79	8.48
1969	S.D.	10.41
1970	S.D.	13.54
1971	S.D.	15.74
1972	S.D.	17.40
1973	13.55 (*)	18.96
1974	52.53 (*)	40.39
1975	49.06 (**)	--
1976	53.98 (**)	54.84 (Dic)
1977	59.56 (1° sem)**	54.78 (Feb)
	62.38 (2° sem)**	

Fuentes: Mineral Facts and Problems, 1970, para los años 1945, 1949, 1957, 1965 y 1968.
- International Coal Trade 1975; para carbón bituminoso, años 1969-1977.
- Canadian Journal of Petroleum, para petróleo, años 1973 y 1974
- Mining Annual Review, 1977.
- Petroleum Economist
- Coal Age, varios meses, 1976-1977.

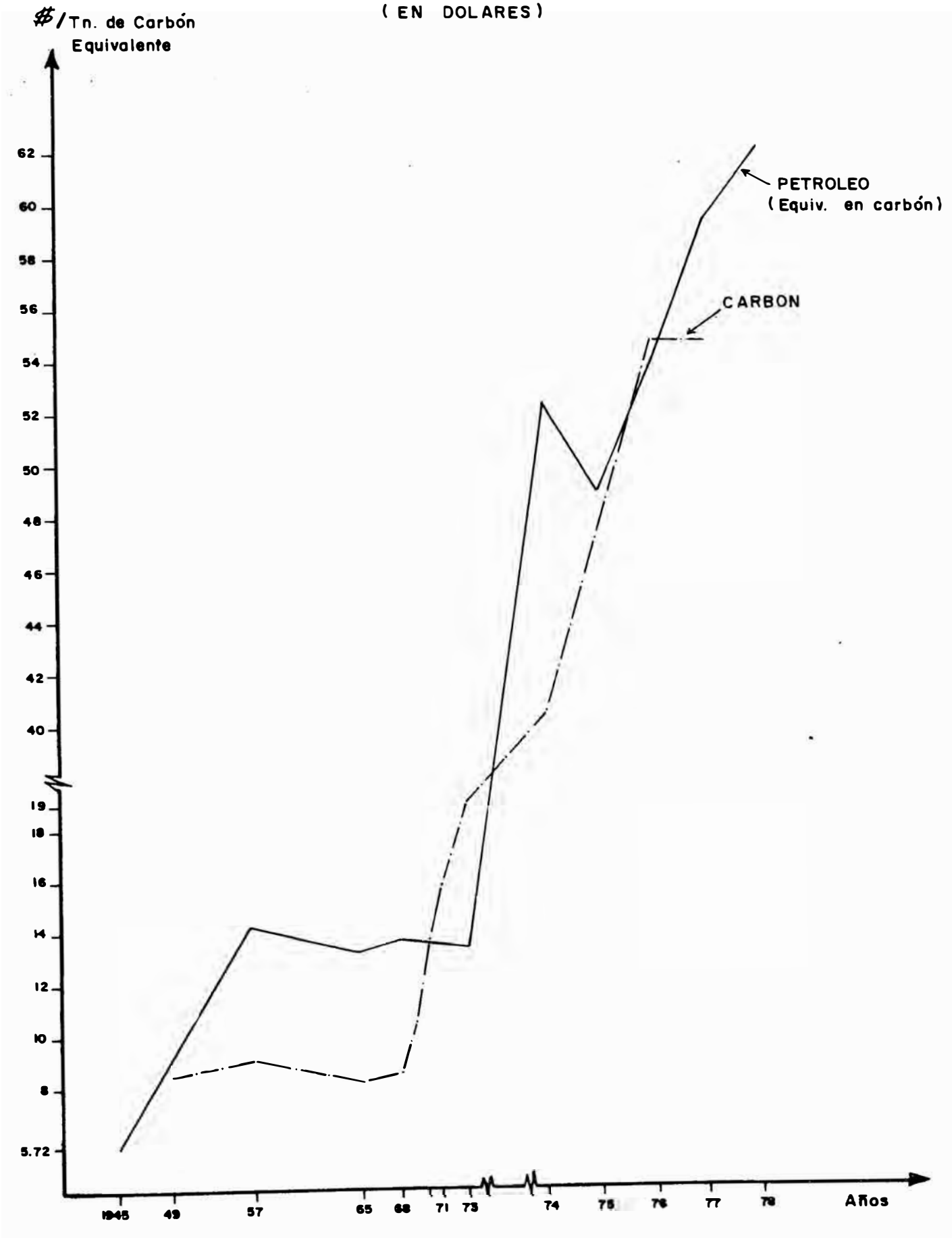
(*) FOB Persian Gulf
(**) Precio para petróleo 34° API de Arabia Saudita.
(1) Precio FOB, puertos del Este de Estados Unidos.
(2) 0.667 T.M. de petróleo = 1.000 T.M. de carbón.

A continuación presentamos una serie de cuadros relativos a precios específicos para diversos tipos de carbón mineral y coque siderúrgico, por países exportadores e importadores. Para dar una idea sobre comportamiento de las tarifas para fletes de transporte marítimo de carbón, entre principales puertos - de embarque y desembarque, presentamos un cuadro con información a partir de enero de 1975.

Así mismo hemos logrado recopilar información sobre costos de inversión y operación de algunos pro - yectos de minería del carbón, en diversos países. Ello nos dará una idea sobre lo que podría costar a nuestro país la inversión y operación de los yacimientos carboníferos de Alto Chicama y Oyón-Gazuna.

PRECIOS DE CARBON BITUMINOSO Vs PETROLEO

(EN DOLARES)



CUADRO N° 15

Precios de Carbón

País Productor	País Comprador	Tipo de Carbón	Año	Precio	Fuente
Queensland	Japón	coquificable	Jul 75	$ a 48.50/ton	
EE. UU.	Promedio del valor FOB en mina	Bituminoso-Lignito	1975	Subt. $ 26.80/Ton T. Abi $13.44/Ton 19.24 (promedio) $ 32.12	Foreign News Notes N° 573
Canadá	Japón		1975	$ 53. TC FOB Vancouver	
Sud Africa			1975	$ 3.95/Ton	
EE. UU.	Precio FAS promedio	Bituminoso Antracita	Set 76 Set 76	$ 55.43/L. Ton $ 42.43/Ton	Coal Age Enero 77
Australia			Ago 75	$ 37.40/Ton	Mining Annual Review Junio 1976
Rep. Fed. Alemana EE. UU.	Reino Unido (CIF) " "	Antracitoso-bituminoso " "	1975 1975	$ 41.00 $ 25.62	IC Trade, 1975
Alemania F. R.		Carbón coquificable precios (RAG) coque para altos hornos carbón vapor Boulets Antracita Coque Ruhr	a partir de 1975 " " " " "	$ 68.26/TM $107.99/TM 59.70/TM 76.39/TM 90.87/TM 93.29/TM	International Coal Trade
EE. UU.	Promedio Mundial	Carbón-bituminoso (FOB - EE. UU.)	Ene-Oct '76 1975 (E-O)	$ 48.50/TC 49.20	Inter. Coal. T. Dec '76 " " "
EE. UU.	Promedio Mundial	Carbón-antracitoso	Ene-Oct '76 1975 (E-O)	$ 38.80/TC 40.37/TC	Inter. Coal T. Dec '76 " " "
EE. UU.	Promedio Mundial	Coque (FOB EE. UU.)	Ene-Oct '76 1975 (E-O)	$ 50.00/TC 57.96/TC	Inter. Coal T. Dec '76 " " "
Polonia	Reino Unido	Antracitoso-bituminoso	1974	11.95	Inter. Coal T. Feb '76

País Productor	País Comprador	Tipo de Carbón	Año	Precio	Fuente
Principalmente EE.UU. y Australia (87%)	Reino Unido	antrac. y bituminoso CIF (promedio)	1975 1974	£ 20.78 Ton £ 17.50 Ton	Inter. Coal T. Feb '76
Varios	Reino Unido	Coque CIF (promedio)	1975 1974	£ 41.57 £ 45.82	Inter. Coal T. Feb '76 " " "
EE.UU.	Reino Unido	antrac. y bituminoso CIF	1975 1974	US$ 25.67 US$ 20.61	Inter. Coal T. Feb '76 " " "
Australia	Reino Unido	Antrac. y bituminoso	1975	17.41	Inter. Coal T. Feb '76
EE.UU.	Total	Bituminoso CIF/TC	Ene-Mar '77	US$ 51.2	Inter. Coal T. May '77
EE.UU.	Argentina	"		US$ 55	" " "
	Brasil	"		US$ 56.2	" " "
	Chile	"		US$ 63.6	" " "
EE.UU.	Total	Antracitoso CIF/TC	Ene-Mar '77	US$ 44.2	" " "
EE.UU.	España	Carbón coquificable CIF	Prom '76	US$ 62.4	" " "
Polonia	España	Carbón coquificable	"	US$ 58.0	" " "
Sud Africa	España	Antracita	Prom '76	US$ 53.9	" " "
Australia	Holanda	Carbón	Prom '76	US$ 55.4	" " "
Alemania Federal	Holanda	Carbón	"	US$ 66.0	" " "
EE.UU.	Holanda	Carbón	"	US$ 54.5	" " "
Australia	Francia	Carbón	Prom '76	US$ 47.6	
Alemania Federal	Francia	"	"	US$ 54.2	
Polonia	"	"	"	US$ 35.6	
Sud Africa	"	"	"	US$ 34.4	
URSS	"	"	"	US$ 46.8	
EE.UU.	"	"	"	US$ 48.2	
Australia	Japón	Carbón Vapor CIF		US$ 30.0	
	Canadá	Carb. coquif. importado (en Planta)	1976	US$ 53.8/ST	
	Canadá	Carb. vapor importado (en Planta)	1976	US$ 34.50	
	Canadá	Carb. coquif. exportado FOB Vancover	1976	US$ 55.15	

CUADRO N° 16

FLETES DE CARBON (US$/TL)

Viajes simples, promedio de carga, por tonelada larga, por carbón enviado desde Hampton y Baltimore en:

	Ene 20,75	Marzo 17,1975	Abril 14, '75 May 12,1975	Ago. 18, '75	Oct 20, '75	Feb 17,'76	Dic 20,'76	Ene 77	May 16, '77
Vitoria	6.0/8.0	4.0/5.0	4.0/4.5	3.0/4.0	3.0/4.0	3.0/4.0	4.0/5.0	4.50	US$ 4/5
Río de Janeiro	6.0/8.0	4.0/8.0	4.0/5.0	4.0/4.5	3.0/4.0	3. /4.0	4.0/5.0	4.50	4/5
Santos	10.0/12.0	8.0/10.0	7.0/7.5	7.0/7.5	7.0/7.5	7.0/7.5	9.0/9.5	8.25	8/8
Montevideo	25	20	15	15.0/20.0	15.0/20.0	15.0/20.0	15.0/20.0	17.50	19/20
Buenos Aires	25	20	15	15.0/20.0	15.0/20.0	15.0/20.0	15.0/20.0	17.50	19/20
Chile	14.0/17.0	10.0/12.0	7.0/9.0	6.0/8.0	6.0/8.0	6.0/8.0	9.0/10.0	9.50	9/10
Port Talbot, UK	6.0/8.0	3.5/4.5	3.5/4.5	3.5/5.25	3.5/5.25	2.75/4.0	4.0/5.0		
Norte de España	5.5/6.5	3.5/4.5	3.5/4.5	3.5/5.25	3.5/5.25	2.75/4.0	4.0/5.0		
Fos (S. Francia)	7.0/9.0	6.0/8.0	4.0/5.0	4.0/5.0	4.0/5.0	2.75/3.0	4.0/4.5		
Japón	8.5/12.0	7.0/9.0	5.75/8.00	5.75/8.0	6.5/8.5	6.0/8.0	8.25/9.5		

Fuente: Coal Trade Freight Report 20/1/75
International Coal Trade March '75
ICT April and May '75
ICT August 1975
ICT Octubre 1975
ICT Febrero 1976
ICT Diciembre 1976

CUADRO N° 17

Carbón: Costos de Inversión y Operación

Características	País	T. Explotación	Escala de Producción	Tipo de Carbón	Costos Inversión	Costos Operación	Costo Unitario Inversión	Costo Unitario Operación	Año
Inversión-Proyecto	U.K.		10'000,000Tn		£ 400'000,000		£ 40/Ton		1981/82
							Fuente: Mine and Quarry Vol 6 # 1		
Proyectos	EE. UU.	Tajo Abierto	5'800,000Tn						1978
			11'800,000Tn						1979
			14'200,000 "						1980
			17'500,000 "						1981
			20'000,000 "						1982
							Fuente: Coal Age - Set 1976		
Costos:									
Mina del Este	EE. UU.	Tajo Abierto	4'800,000Tn	Bituminoso	$ 45'358,600	17'527,900	9.45/Ton	3.65/Ton	1973
Mina Med. Oeste	"	"	6'720,000 "	"	54'603,000	21'870,000	8.12/Ton	3.25/Ton	"
Mina " Norte	"	"	9'200,000 "	"	29'871,000	20'914,400	3.25/Ton	2.27/Ton	"
							Fuente: Coal Age - Feb 1975		
Inversión	Colombia	Tajo Abierto	20'000,000Tn	Coquizable	$5,000'000,000		250/Ton		de 1970 a 1990
							Fuente: ILAFA # 191		
Costo Real	Australia	Subterráneo (veta 10 ft)		C. Bruto			$A12/Ton		Mid 1976
							A10/Ton		1988
Black Water	"	Tajo Abierto	4'000,000Tn	Coq. y Vap.	40'000,000		10/Ton		1968
Goonyella	"	"	4'000,000 "		125'000,000		32/Ton		1971
Peal Dowrs	"	"	5'000,000 "	Coquificable	88'000,000		18/Ton		1972
Saraji	"	"	4'500,000 "		193'000,000		43/Ton		1974
Nortwich Park	"	"	4'300,000 "	Coq. bajo Vol.	240'000,000		56/Ton		1978
Nebo Mine	"	"	5'000,000 "		480'000,000		36/Ton		1979
							Fuente: Mining Engineering Enero 1977		
Costo	Sudáfrica						$12.17/Ton		1975
							Fuente: Mining Engineering Junio 1976		
Costo Desarrollo en Mina * estimado	Canadá		10-35 mill Tn		costo C$ 2,400-3,600 mill incluye: preparación en mina y eq. para minado y beneficio, unidades de trenes, infraestructura incluyendo campamento y generación de energía.				

BIBLIOGRAFIA

1). Anales de la V Convención de Ingenieros de Minas, Julio 1959.

2). Andean Report - Julio 1977.

3). Antracita Peruana para sustituir Petróleo. Ing. Máximo López.

4). Anuario de Estadística Eléctrica, 1974-75.

5). Anuario de la Minería, 1970-74.

6). Boletín y Memoria (1976) del Banco Central de Reserva del Perú.

7). Canadian American Journal.

8). Canadian Journal of Petroleum Technology (Abril-Junio 1976).

9). CIM, Bulletin, varios.

10). Coal Age, varios meses 1976 y 1972

11). El Gas natural en el Perú, por Manuel Chirinos García, Seminario Inter-regional de Desarrollo y Utilización del Gas Natural, Moscú Octubre 71, USSR.

12). Empleo de Carbón en producción de Cobre, Ing. Oscar Morel, Revista Minerales, Vol. XXXII N°138. Instituto de Ingenieros de Minas de Chile.

13). Estadística de Comercio Exterior - D.G. Aduanas MINCOM.

14). Estadística Petrolera 1973 y 1974.

15). Estudio de Evaluación del Proyecto de Expansión de Sider Perú, 1973.

16). International Coal Trade, varios meses de 1974, 75, 76 y 77.

17). International Petroleum Encyclopedia - 1975.

18). JETRO N°4 - 1974

19). Keystone News Buletin, Julio de 1975 y Noviembre de 1976.

20). La Minería en el Perú, Anuario Minero Comercial 1976.

21). Los Carbones de los Yacimientos de Oyón y Gazuna, por Ing. Frank Cerna N.

22). Los recursos energéticos en el Perú, Ing. Augusto Martinelli Tizón e Ing. Pedro León Martínez - Revista de Energía y Minas, Año III, N°6 y 7 (Marzo y Junio de 1971).

23). Mineral Facts and Problems - 1970

24). Minería N°128 de Mayo-Junio 1975.

25). Minería y Energía en el Perú, / Política y Situación Actual 1977 MEM

26). Mining Annual Review, Junio 1976 y Junio 1977.

27). Mining Congress Journal, Marzo 1977.

28). Mining Engineering, Enero 1977.

29). Notas sobre la economía y el desarrollo de América Latina, N°173, Oct. 1974.

30). Operaciones Metalúrgicas de la Oroya, 1974.

31). Petroleum Economist, varios meses de 1975, 1976 y 1977

32). Proyecto de Inversión : Planta de Coque para Alto Horno, Curso de Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión, UNI - IPL -, INP, BID.

33). Reservas Carboníferas Peruanas, Ing°Julio Escudero Ratto.
34). Revista Siderurgia Latinoamericana, varios números, 1976.
35). Skillings' Mining Review, Aug.6, 1977.
36). World Coal Trade, 1975 Edit. (Nov.76).