

Estudio comparativo de calidades entre las hullas térmicas de importación y las de producción nacional (Hunosa)

Por J. F. FONOLLA OCETE (*)

INTRODUCCION

En la actualidad el país que no tenga establecidas y planteadas sus proyecciones de abastecimiento energético para los próximos diez años, y para el futuro, será poco precavido y tendrá unas miras políticas tercermundistas. Dichas proyecciones futuristas deben estar encaminadas al abastecimiento de carbones energéticos. El carbón constituye, hoy en día, la espina dorsal del abastecimiento energético del mundo occidental.

Recordemos el grave impacto que produjo en el mercado mundial de la energía la «crisis del petróleo en 1973» con las espectaculares alzas de precios. Lo que conllevó a reconsiderar la política energética de los países deficitarios en recursos energéticos propios. Lo que condujo a la máxima diversificación de aprovisionamientos, desarrollo de recursos propios, aceleración en la investigación de fuentes alternativas y nuevas, e incremento de sus capacidades de producción de los recursos energéticos convencionales, el CARBON.

En 1974, la «Conferencia Mundial de la Energía» marca un gran interés por el carbón en la futura demanda energética mundial, basado en las circunstancias siguientes:

- Demanda creciente de la energía que no se ve compensada por medidas de ahorro y eficiencia.
- Imposibilidad de sustitución por nuevas energías a corto y medio plazo.
- Escasez y alza de precios que motivó la crisis del petróleo.

(*) Departamento de Paleontología. Universidad Complutense de Madrid.

Por este lado hemos de tener en cuenta los hechos siguientes, que valoran al carbón como fuente energética de gran valor en el futuro:

- Las reservas mundiales de carbón son abundantes (cuadro 1), representan cuatro veces las totales de petróleo y gas. La Shell fija las reservas energéticas mundiales recuperables inmediatamente: Carbón, 635.000 M. Tm. Petróleo, 125.000 M. Tm., y Gas natural, 100.000 M. Tm.
- Sus precios representan un desarrollo dentro de unos límites más interesantes que los del petróleo y restantes fuentes energéticas.
- Su tecnología actual puede garantizar la seguridad en su uso y el medio ambiente.
- Las nuevas tecnologías, en marcha, pueden evitar o minimizar los actuales inconvenientes.

Ideas ampliamente expuestas por WILSON y su equipo en su estudio: «Carbón: un puente hacia el futuro», presentado a dicha conferencia, celebrada en 1974 en Londres. Sobresacamos las siguientes conclusiones:

- El incremento de las necesidades energéticas totales mundiales durante los próximos veinte años será cubierto entre un tercio y la mitad por el carbón. Lo que conlleva a triplicar su producción para hacer frente al aumento de su demanda.
- Las reservas económicamente recuperables para el carbón son mucho mayores que para el petróleo y gas natural.
- Los consumos domésticos e industriales sufrirán un incremento significativo ante los avances tecnológicos.

CUADRO 1
Reservas totales mundiales de carbones (en Mt)

Países	Hulla y antracita			Lignitos		
	Seguras y probables	Posibles	TOTAL	Seguras y probables	Posibles	TOTAL
China Continental	1.011.000	—	1.011.000	—	—	—
URSS	145.123	3.976.480	4.121.603	104.354	1.302.026	1.406.380
USA	72.000	1.028.000	1.100.000	9.400	396.600	406.000
Alemania Occidental	70.000	—	70.000	62.000	—	62.000
Canadá	42.600	18.400	61.000	12.250	11.850	24.100
Suráfrica	36.873	35.592	72.465	—	—	—
Polonia	32.425	13.316	45.741	6.449	8.413	14.862
India	12.710	93.550	106.260	—	—	—
Gran Bretaña	12.227	3.273	15.500	—	—	—
Japón	5.723	13.525	19.248	—	—	—
Checoslovaquia	5.540	6.033	11.573	8.234	1.623	9.857
Brasil	3.175	7.500	10.675	—	—	—
Australia	3.000	13.000	16.000	48.400	47.200	95.600
Francia	2.800	—	2.800	—	—	—
España	1.192	1.260	2.452	946	194	1.140
Holanda	2.394	—	2.394	—	—	—
Swazilandia	2.022	3.000	5.022	—	—	—
Rodesia del Sur	1.760	4.853	6.613	—	—	—
Bulgaria	1.147	—	1.147	1.117	—	1.117
Colombia	579	7.050	7.629	—	—	—
Bélgica	495	1.301	1.796	—	—	—
Perú	211	2.123	2.334	—	4.630	4.630
Méjico	182	3.284	3.466	—	—	—
Yugoslavia	—	—	—	11.506	15.094	26.600
Indonesia	—	—	—	2.000	—	2.000
Grecia	—	—	—	908	667	1.575
República Democ. Alemana	—	—	—	—	30.000	30.000
Hungría	—	—	—	—	5.679	5.679
Otros	5.452	7.220	12.672	1.566	13.680	15.246
TOTAL	1.470.630	5.238.760	6.709.390	269.130	1.837.656	2.106.786

FUENTE: Naciones Unidas.

- La conservación del medio ambiente se cubrirá satisfactoriamente con un coste aceptable.
- Los esfuerzos económicos para el incremento de la producción y empleo del carbón son menores que los que se destinaron a la explotación de otras fuentes alternativas de energía.
- El aumento del comercio internacional conllevará a utilizar una flota de bulk-carriers, equivalente a 100 barcos de 100.000 Tm. cada uno.

En el cuadro 2 se hace referencia a la producción, próxima a la actual y a la prevista para el año 2000.

El consumo actual es inferior a 3.000 M. Tm., siendo la previsión para el año 2000 cantidades comprendidas entre 6.000 y 7.000 M. Tm. al año. Los incrementos más considerables en la demanda serán destinados a la generación de electricidad, y menos significativos en la hulla coquizable aplicada a la siderurgia.

Se verán incrementadas partidas significativas en procesos de gasificación y licuefacción del carbón. Se doblarán los mínimos de suministros destinados a industrias, como cementeras, químicas, refinerías de petróleo, papeleras, etc. Se tiende a la llamada «Economía de petróleo mínimo», según la A. I. E.

Referente a la duración de los yacimientos de carbón, tendrían una vida de un siglo para las hullas y antracitas y un milenio para los lignitos, para crecimientos anuales acumulativos superiores al 4 por 100. Períodos que se verán incrementados por nuevos hallazgos mediante investigaciones geológicas.

Dada la irregular distribución geográfica de las áreas productoras (cuencas de carbón) y la no coincidencia de los países productores con los de mayor demanda para su consumo, se ha establecido un comercio mundial muy importante de carbón, especialmente en el térmico. Multiplicándose por 2,7 su comercio en el cuatrienio 1978-1981,

CUADRO 2
Producción de carbón actual y prevista para los países productores de carbón más importantes (1978 y 2000) (mtec anuales)

Países	1977	2000
Australia *	76	326
Canadá *	23	159
República Popular China *	373	1.450
República Federal de Alemania *	120	150
India *	72	285
Polonia *	167	313
República de Sudáfrica	73	228
Reino Unido *	108	162
Estados Unidos *	560	1.883
Unión Soviética	510	1.100
Otros países	368	724
TOTAL MUNDIAL	2.450	6.780

* Miembro de la WOCOL.

FUENTE: Informes de los países de la WOCOL, más los de Europa Occidental, Banco Mundial y otros para los países no pertenecientes a la WOCOL.

en gran parte provocado por la crisis del petróleo en el año 1979.

Las necesidades de importación de carbón térmico (producción de vapor-energía eléctrica) se prevén para el año 2000 de 210 MTEC pasando a 460 MTEC si hay limitación de petróleo, incrementándose estas cantidades a 650 MTEC debido a las demoras nucleares y limitaciones de petróleo.

En el cuadro 3 se indican la producción y oferta al mercado libre del carbón de los países productores.

Recursos españoles de carbón e importaciones

Los recursos recuperables de carbón en España, salvo nuevos hallazgos, son del orden de 4.000 M. Tm., cantidad

CUADRO 3
Producción y oferta al mercado libre (En millones de Tec.)

Países	1985		2000	
	Producción	Exportación	Producción	Exportación
Australia	150	60	300	150
Canadá	35	15	115	40
R. F. A.	129	25	145	30
Inglaterra	137	10	173	10
USA	842	68	1.340	90
OCDE	1.293	178	2.073	350
URSS	851	37	1.100	50
Polonia	258	45	300	50
China	721	7	1.200	30
India	135	7	235	13
Sud-Africa	119	23	233	55
Otros	503	6	639	34
TOTAL	2.591	125	3.707	232
TOTAL	3.884	303	5.780	582

FUENTE: A. I. E.

muy reducida dentro de los recursos recuperables mundiales (637.000 M. Tm.), lo que representa un 0,6 por 100 de estos últimos.

En el cuadro 4 se indican los recursos de carbones españoles, referentes a hullas y antracitas, y lignitos.

Dentro del contexto del Plan Energético Nacional 1981-1990, el carbón estaba llamado a desempeñar un papel importante, el cual se ha incrementado con el «parón nuclear» adoptado por la Administración, si bien este «parón» es a escala mundial. Incrementándose tras los sucesos de Chernobyl. Todo lo cual conlleva a trasladar al carbón la responsabilidad de ser la «espiná dorsal» básica de la producción energética nacional.

CUADRO 4
Recursos de carbones españoles (en Mt)

Carbón	Recursos	Recursos identificados				Recursos hipotéticos	Recursos totales
		Muy probables	Probables	Posibles	Totales		
Hulla y antracita	Explotables	241	272	314	827	747	1.574
	Adicionales	157	134	155	446	278	724
	Totales	398	406	469	1.273	1.025	2.298
Lignitos	Explotables	496	132	154	782	296	1.078
	Adicionales	56	82	84	222	161	383
	Totales	552	214	238	1.004	457	1.461
Total carbones	950	620	707	2.277	1.482	3.759	

FUENTE: Centro de Estudios de la Energía.

En el cuadro 5 se indica la previsión de necesidades de energía primaria en España en 1985 y 1980.

Aportando el carbón una participación prevista de:

1981		1985		1990	
MTEC	%	MTEC	%	MTEC	%
22,40	21,30	30,13	24,30	34,66	22,80

Siempre que la energía nuclear colabore con el 15,1 por 100 en 1990. Cota inalcanzable, dada la «política nuclear» actual de la Administración.

Esta demanda energética supondrá una producción para 1990 de 55 M. Tm.

Los objetivos y resoluciones del PEN fueron aprobados por el Congreso de los Diputados el 28 de julio de 1979, sus objetivos básicos fueron:

1. Aumento de la producción nacional, potenciando la investigación geológico-minera y tecnológica.
2. Incremento de la participación del carbón en la estructura energética.

Otros objetivos del PEN son incrementar a 650 M. Tm. las reservas explotables e intervenir en yacimientos extranjeros, política energética seguida por otros países, así como la introducción de nuevas tecnologías y sistemas más eficientes de control y gestión en la minería nacional del carbón.

La producción de carbones (antracitas y hullas) en España es la siguiente:

Año	(10 ³ Tm) Antracita	Hulla
1980	3.887	8.950
1981	4.644	9.518
1982	5.195	10.338
1983	5.774	10.240
1984	5.771	9.907
1985	5.000?	6.031 (10.000 según CARBOEX)
1986	5.000?	10.000 (Pronóstico de CARBOEX)

Las previsiones necesarias de carbón para el año 1990, según la evolución del consumo de energía, serán:

	M. Tm/año
Centrales térmicas	42
Siderurgia	6,3
Cementos	4
Usos diversos	2,5
TOTAL	54,8

Estabilizando la producción nacional a 40 M. Tm/año, sería necesario importar el déficit de 15 M. Tm/año.

Los países suministradores de hullas coquizables y térmicas son los siguientes:

	Hulla (en Tm.)	
	Coquizable	Energética
Africa del Sur	—	711.434
Australia	586.925	—
Colombia	—	32.000
Inglaterra	—	63.677
Polonia	614.841	—
U.S.A.	2.430.652	2.730.452

De estos y otros países se importa «carbón de coque», a saber:

	En Tm. (año 1984)
Alemania Occidental	49
Canadá	2.422
Francia	10.188
Inglaterra	3.141
Japón	42.000
Polonia	68.457
Rusia	51.576
U.S.A.	35.285

Los países suministradores principales de carbones térmicos a nuestras centrales son (1):

Africa del Sur, Australia, Estados Unidos y Polonia. Existiendo una tendencia marcada al incremento de los carbones importados (2).

La producción doméstica de hullas es la siguiente:

Año	En miles de Tm.	
	Producción nacional	Producción HUNOSA
1980	9.124	3.844
1981	9.953	4.133
1982	10.342	4.355
1983	10.130	3.981
1984	9.850	3.778
1985	6.031	3.000?
	10.000 (Según CARBOEX)	?

(1) Cuadro 6. Distribución porcentual por país en las importaciones (década 70-80).

(2) Cuadro 7. Previsión de aprovisionamiento de carbones térmicos (85-90).

CUADRO 5
Previsión de necesidades totales de energía primaria en España en 1985 y 1990 y su comparación con 1980

	%		
	1980	1985	1990
Carbón	18,3	24,3	22,8
Petróleo	66,4	49,3	45,2
Gas	2,6	5,4	6,1
Energía hidráulica	11,3	10,0	9,2
Energía nuclear	1,4	10,6	15,1
Otras	—	0,4	1,6
TOTAL	100,0	100,0	100,0
Total Mtec	105,5	124,2	152,1
Carbón Mtec	19,3	30,1	34,7

FUENTE: 1980, MIE; 1895 y 1990, PEN revisado.

CUADRO 6
Distribución porcentual por país de origen de las importaciones de carbón en España durante la última década

	1970	1975	1980
USA	81,0	60,0	57,0
Polonia	13,0	37,5	25,0
Alemania Federal	4,0	1,5	1,5
Australia	—	0,5	16,0
Otros	2,0	0,5	0,5

FUENTE: U. S. Bureau of Mines.

CUADRO 7
Previsión de la estructura del aprovisionamiento de carbones térmicos por países de origen

Países	%	
	1985	1990
USA	50	40
Sudáfrica	15	20
Australia	15	15
Colombia	10	15
Otros (Canadá, R. P. China, Indonesia, etc.)	10	10
TOTAL	100	100

Las últimas previsiones oficiales conocidas (PEN revisado) incluyen unas necesidades totales de carbón de importación de 10,6 MTEC para 1985 y de 14,4 MTEC en

1990, de las que corresponderían a carbón térmico, serían de 6,8 MTEC para 1985 y 11 MTEC para 1990.

FIJACION DE PRECIOS

Conforme con la Orden Ministerial 8.449, del 30 de abril de 1985, se regula el precio de venta de hullas y antracitas nacionales para centrales térmicas. Se calculará de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$Pv = \frac{Po}{1.000} \cdot 1.000 + 7(v - 20) + (25 - C) \times \frac{88 - H}{78} \times \left(1 - \left(\frac{1.000 \cdot S}{PCS} - 0,24 \right) \times 0,05 \right) \times (1 + RC) \text{ Pts/Tm.}$$

Po=Precio en pts/Tm. en parque central sobre un carbón base:

Volátiles; 20 por 100; cenizas, 25 por 100 en muestra seca; azufre, 0,24 por 100 para 1.000 termias de PSC (referidos a muestra bruta); humedad, 10 por 100 total.

v=% de materiales volátiles sobre muestra seca.

c=% de humedad sobre carbón bruto.

H=Coficiente, 20, con carácter general. Su valor será el 25 para carbones de contenido en cenizas inferior al 20 por 100. Térmico con gran incidencia en el transporte.

S=Porcentaje de azufre total sobre muestra bruta.

PCS=Poder calorífico superior sobre muestra bruta en termias/Tm.

R.C.=Suplemento de precio, fijado en un 2,5 por 100 de éste para carbones procedentes de explotaciones acogidas al Régimen de Convenios a Medio Plazo en la Minería del Carbón.

Consideramos de suma importancia aplicar penalizaciones a los carbones de importación por los contenidos en materias volátiles, cenizas, humedad y azufre, así como por el bajo poder calorífico de los mismos. Su repercusión en los costes de los fletes es grande. De algunos países que importamos carbones se transportan en barco más de un millón de Tm. de agua y cenizas. Por otro lado es imprescindible comprobar el grado de homogeneización de los carbones importados, ya que se pueden comprar mezclas de carbones de diferentes calidades o clases, como carbón homogéneo.

Estudio comparativo de las calidades de las hullas térmicas importadas y de las producidas por HUNOSA

Se han realizado sobre los carbones estudiados diversas técnicas de investigación: Análisis inmediato (o elemental: % Humedad, % Cenizas, % Materias volátiles, % Azufre y Poder calorífico superior), porcentajes de grupos de macerales, contenido de materia inorgánica y reflectogramas sobre vitrinita.

Los resultados obtenidos corresponden a carbones importados durante el periodo 1983, 1984 y 1985, para los

carbones procedentes de Africa del Sur, Australia, Colombia, Estados Unidos y Polonia. Los procedentes de Brasil nos fueron enviados para su estudio por colegas brasileños. Muestras puntuales de carbones colombianos del Valle del Cauca nos fueron suministrados por colegas de este país. Las muestras de carbón nacional de

HUNOSA pertenecen a distintos parques de esta empresa y de diferentes barcos de transporte a centrales térmicas españolas.

Las calidades comerciales de los diferentes carbones estudiados son las siguientes:

Origen	Calidades	España (HUNOSA):	Grupos
Africa del Sur	Durban-Natal	Cuenca del Caudal.	Aller
Australia	Utah		Barredo
Brasil	Río Grande do Sul		San Nicolás
Colombia	Puerto Bolívar - A (granulado)	Cuenca del Nalón.	Turón
	Puerto Bolívar - B (en bloque)		Candín
EE. UU.	Ashland		Carrocera
Polonia	Halemba		Modesta
	Walbrycz		Siero

ANALISIS INMEDIATO

	Africa S. %	Australia %	Brasil %	Colombia %	EE. UU. %	Polonia %	HUNOSA %
Agua	7,1	10	9	11	71	8,77	7,69
Cenizas	15,61	12	18	10	15,62	9,34	11,30
Materiales volátiles	22,87	16	25	35	22,87	26,27	31,25
Azufre	0,88	0,6	1,1	1	0,88	0,85	1,18
Poder calorífico superior (BTU/LB).	12.265	13.700	12.000	13.000	12.265	13.680	13.182

Estos valores son medias de los parámetros obtenidos en el análisis inmediato de las diversas calidades de los carbones de idéntica procedencia.

ANALISIS PETROGRAFICO Y RANGO

Estudio realizado sobre probetas pulidas de aglomerados de gránulos o sobre secciones perpendiculares a los lechos carbonosos en los bloques de carbón.

A continuación se dan los porcentajes de los grupos de macerales identificados en los diferentes carbones, así como los de la materia mineral inerte (M.M.I.).

	Africa S. (Durban-Natal) %	Australia (Utah) %	Brasil (R. G. do S.) %	Colombia (P.º Bolívar Cauca) %	EE. UU. (Ashland) %	Polonia (Halemba, Walbrycz) %	HUNOSA (Caudal Nalón) %
Vitrinita	85	90	68	80	75	80	80
Liptinita o Exinita	—	10	19	8	4	4	5
Inertinita	4	—	8	10	18	14	10
Materias Minerales	1	—	5	2	3	2	5

— Carbón sudafricano.—Calidad: Durban-Natal.

La vitrinita posee un poder reflector medio de 0,7 por 100, relativamente bajo para una hulla térmica. Presenta escasa dispersión en los valores del P.R., deduciendo que se trata de un carbón muy homogéneo. No se aprecia sulfuros de hierro (ni pirita ni marcasita). Son reconocibles parcialmente restos de tejidos vegetales con las cavidades celulares rellenas de collinita.

— Carbón australiano.—Calidad: Utah

Se caracteriza por su elevado contenido en vitrinita (90 por 100), siendo su P.R. alto (1 por 100) y presentando escasa dispersión en el reflectograma. Los sulfuros y materiales minerales son casi inexistentes. En los macerales del grupo de la liptinita abundan los restos de algas (alginita). Es un carbón térmico excelente y pudiendo emplearse como hulla coquizable.

— Carbón brasileño.—Calidad: «Río Grande do Sul»

Su contenido en vitrinita es relativamente bajo (68 por 100). Son muy abundantes los restos de exinas de esporas y pólenes, como constituyentes de la exinita. La presencia de carbopirita, carbargilita y materia mineral es alto. El reflectograma del P.R. de la vitrinita presenta una amplia dispersión. Se trata de un carbón de bajo rendimiento térmico.

— Carbón colombiano.—Calidad: «Puerto Bolívar»

Se presenta en su mayoría como bandas de vitrinita con fusinita y semifusita. La exinita está constituida por exinas de esporas y pólenes abundantes. La moda del P.R. está comprendida entre 0,8-1,0, presenta escasa dispersión. Es un carbón muy adecuado para preparar mezclas de carbones coquizables.

— Carbón estadounidense.—Calidad: «Ashland»

La vitrinita presenta buena reflectividad y su moda está comprendida entre 0,9-1,0. Se trata de una hulla de rango medio. Abundan los restos de tejidos vegetales, reconociéndose las cavidades celulares rellenas de collinita. En la exinita predominan exinas de esporas y pólenes. Hemos de destacar la identificación de una nueva especie de *Calamospora pilarae* sp. nov. muy abundante (22,3 por 100). Los sulfuros se presentan bajo las formas de pirita y marcasita, en gránulos aislados.

— Carbones polacos.—Calidades: «Halemba» y «Walbrycz»

Carbones muy limpios, son escasos los sulfuros, con predominio de la telinita en el grupo de la vitrinita, siendo importante la presencia de fusinita y semifusinita. En la liptinita es predominante la exinita, abundante en exinas de esporas y pólenes. Se observan algunos lentejones de carbargilita.

Su moda es próxima a 0,8 y con escasa dispersión. Se trata de unos carbones térmicos excelentes.

— Carbones españoles.—Calidad: Hullas térmicas de HUNOSA, y su comparación con los carbones térmicos importados

Los carbones térmicos producidos por HUNOSA, y puestos a disposición de las centrales térmicas, presentan en cuanto a su composición petrográfica global (naturaleza y proporción de macerales) gran similitud con los de importación.

Sin embargo, se ha de destacar que las hullas de HUNOSA presentan cantidades más elevadas de materia mineral mezclada íntimamente con otros macerales (carbargilitas, carbopiritas, carbankeritas, etc.), siempre de difícil eliminación en los procesos de purificación de los carbones por lavado.

La dispersión del P.R. de la vitrinita en las hullas de HUNOSA, marcada en los reflectogramas, demuestra que se trata de mezclas preparadas para la combustión.

Los parámetros obtenidos en los análisis inmediatos (humedad, materias volátiles, cenizas, azufre y poder calorífico de los carbones de importación y de los producidos por HUNOSA son muy similares entre sí. No detectándose diferencias cualitativas importantes.

Las hullas térmicas producidas por HUNOSA, desde el punto de vista de rendimientos térmicos, son de óptimas calidades. Sus 13,182 BUT/LB de P.C.S. sólo se ven superadas por los carbones procedentes de Australia (13.700 BUT/LB) y de Polonia (13.680 BUT/LB), siendo muy superiores a las de Africa del Sur y de EE. UU., países estos últimos grandes suministradores de carbones al mercado español.

Se destaca en las hullas térmicas de HUNOSA su contenido elevado de azufre (1,8 por 100), dentro de los niveles de permisibilidad.

Por otro lado, analizando los reflectogramas del P.R. de la vitrinita de las hullas térmicas de HUNOSA, se observa que la dispersión es mínima para las hullas de los grupos de Turón, Barreda, Siero, Carrocera y Modesta, presentando modas próximas a 1,2 y dispersiones entre 0,8 a 2,0, niveles definidores de hullas coquizables.

Por todo lo expuesto anteriormente, concluimos que las hullas térmicas producidas por HUNOSA son de calidades similares o mejores que las importadas, por lo que no existe la necesidad de importar hullas por falta de suministros adecuados.

Es factible hacer una crítica más profunda, donde se pongan de manifiesto las peculiaridades económicas de los carbones importados y los de producción nacional. Si tenemos en cuenta los contenidos en agua (humedad) y cenizas de estos carbones, que representan varios millones de toneladas de materia no combustible que se transporta, con el consiguiente coste de los fletes.

Edad geológica de los carbones

Se han elaborado de las diferentes calidades de los carbones térmicos aquí estudiados diversas preparaciones

palinológicas, conforme al método propio e inédito del autor.

Del estudio palinológico resaltamos las características principales siguientes:

— Carbón polaco.—Calidad: «Walybrycz»

Carbón destacable por su gran contenido en palinomorfos. Se han identificado 27 especies diferentes, que por los porcentajes de abundancia y dispersión estratigráfica de las mismas atribuimos a la asociación de la palinozona (SL), conforme a CLAYTON et al. (1977), de edad Westfaliense B (niveles superiores) a Westfaliense C, parte superior.

— Carbón polaco.—Calidad: Halemba»

Carbón más pobre en palinomorfos que el anterior. Se han identificado 17 especies diferentes. Conforme a CLAYTON et al. (1977) y a DYBODA & JACHOWICZ (1957), atribuimos a esta asociación una edad de Westfaliense B (parte superior) y a Westfaliense C, niveles superiores.

— Carbón sudafricano.—Calidad: «Durban-Natal»

No se han identificado palinomorfos. Sólo existen restos de algas inclasificables.

— Carbón estadounidense.—Calidad: «Ashland»

Carbón muy rico en palinomorfos. Se han identificado 29 especies diferentes, entre éstas se cita por primera vez como especie nueva *Calamospora pilarae* sp. nov. Conforme a PEPPERS (1964) la edad que le asignamos es del Pennsylvaniense Superior, tramos superiores.

— Carbón brasileño.—Calidad: «Río Grande do Sul»

Carbón muy pobre en palinomorfos, sólo se ha identificado *Verrucosiporites pseudoreticulatus* BALME & HENNELLY. Asimismo se observan restos de algas, de Chitinozoos y de tejidos vegetales. Conforme a BALME & HENNELLY podemos atribuir a estos carbones una edad de Pérmico.

— Carbón brasileño.—Calidad: «Río Grande do Sul»

Carbón muy rico en palinomorfos, habiéndose identificado 31 especies diferentes. Se resalta que muchas de estas especies fueron identificadas por el autor, previamente a este estudio, en el Pérmico Inferior de Sahuquillo de El Alcázar (Soria), cuenca de Puertollano (Ciudad Real) y cuencas de Retiendas y Valdesotos (Guadalajara).

Conforme a YBERT et al. (1967) atribuimos a estos carbones una edad de Pérmico.

La semejanza marcada de las asociaciones de palinomorfos identificados por el autor en cuencas españolas con las de los carbones procedentes de la Formación «Río Bonito» en la cuenca de Río Grande do Sul, nos sugiere

que gran parte de la Placa Ibérica estaba próxima o adosada a la Placa Brasileña durante el Pérmico.

— Carbón colombiano.—Calidad: «Puerto Bolívar»

Carbón muy rico en palinomorfos, restos de algas (Género: Pilas, en amasijos), tejidos cuticulares y escalares. Se han identificados 42 especies diferentes de espora y pólenes, con formas gondwánicas pérmicas y del Pennsylvaniense Superior de Norteamérica. Le atribuimos una edad de Pérmico Inferior, resultando la presencia de *Calamospora pilarae* sp. nov., encontrada en las muestras de carbones de U.S.A., calidad «Ashland».

— Carbones españoles.—Calidad: «Hullas térmicas de HUNOSA»

Cuenca del Caudal

Grupo Aller. Se han identificado 11 especies diferentes de palinomorfos. La asociación la atribuimos a la palinozona S.L. de CLAYTON et al. (1977), de edad Westfaliense C.

Grupo Turón. Se han identificado 17 especies distintas de palinomorfos. La asociación la atribuimos a la transición entre las palinozonas S.L. y O.T. de CLAYTON et al. (1977), de edad Westfaliense C a Westfaliense D.

Grupo Barreda. Se han identificado 17 especies distintas de palinomorfos. Atribuimos esta asociación a la palinozona O.T. de CLAYTON et al. (1977), de edad Westfaliense D.

Grupo San Nicolás. Carbón pobre en palinomorfos, de los que se han identificado 8 especies diferentes y algunos restos de algas. Por las especies identificadas atribuimos a la asociación edades desde el Westfaliense C al Estefaniense A.

Cuenca del Nalón

Grupo Siero. Se han identificado 17 especies diferentes de palinomorfos. La asociación la atribuimos a la palinozona O.T. de CLAYTON et al. (1977), deduciendo una edad de Westfaliense D.

Grupo Candin. Se han identificado 11 especies diferentes de palinomorfos. La asociación la atribuimos a la palinozona O.T. de CLAYTON et al. (1977) y de edad Westfaliense D.

Grupo Modesta. Se han identificado 11 especies distintas de palinomorfos. La asociación la atribuimos a los tramos superiores de la palinozona O.T. de CLAYTON et al. (1977), deduciéndose una edad de Westfaliense D a Estefaniense A (tramos inferiores).

Grupo Carrocera. La asociación de palinomorfos identificados consta de 17 especies distintas. La atribuimos a la palinozona O.T. de CLAYTON et al. (1977), deduciéndose una edad para el conjunto de Westfaliense D a Estefaniense A, tramos inferiores.

Hemos de resaltar que en el estudio de los carbones, para un mejor conocimiento de sus calidades, no nos

basta el «análisis inmediato» de los mismos, sino que se deben someter a otras técnicas de estudio, a saber:

1. Composición de macerales, de microlitotipos, distribución de la materia mineral y su asociación con los macerales.
2. Análisis de los reflectogramas del P.R. de la vitrinita, para dilucidar las posibles mezclas de carbones de diferentes rangos, considerados como homogéneos.
3. Estudio palinológico de los carbones, para conocer su procedencia y su homogeneidad de origen.

BIBLIOGRAFIA

ALPERN, B. (1981): *Pour une classification synthétique Universelle des combustibles solides*. Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine, 5 (2):271-290 (Journ. «La Géologie des charbons, des Schistes bitumineux et de Kérogènes». Pav. 1981.

ANDERSON, J. M. (1977): *The biostratigraphy of the Permian-Triassic*. Pt. 3, Mem. Bot. Surv. South Afric., núm. 41, pp. 1-67.

BALME, B. E., and HENNELLY, J. P. F. (1956): *Trilete spores from Australian Permian sediments*. Catalog. Foss. Spores and Pollen, vol. 20, pp. 68-93. Univ. Park., Pennsylvania, 1963.

CHATEAUNEUF, J. J. C. (1973): *Palynologie des faisceaux productifs du bassin des Asturies (Espagne)*. C. R. 7 Congr. Inst. Géol. Strat. Carb., 2, pp. 297-321, Krefeld, 1971.

CLAYTON, G.; COQUEL, R.; DOUBINGER, J.; GUEINN, J.; LOBOZIAZ, S.; OWENS, B., and STREEL, M. (1977): *Carboniferous miospores of Western Europe illustration and zonation*. Med. Rijks. Geol. Dienst., 29, 1-71.

FONOLLA, F. (1985): *Identificación palinológica del Permo-Carbonífero en la Cuenca de Puertollano (Ciudad Real)*. Reunión Grupo Ossa-Morena, Zafra-Llerena (Badajoz) (en prensa).

FONOLLA, F. (1985): *Identificación palinológica del Autuniense en la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica (provincia de Soria)*. II Coloq. Estratigr. Paleogeogr. Pérmico-Triásico (en prensa).

FONOLLA, F., y TALENS, J. (1985): *El tránsito Carbonífero-Pérmico en el Borde del Sistema Central (provincia de Guadalajara)*. II Coloq. Estratigr. y Paleogeogr. Pérmico y Triásico de España (en prensa).

HART, G. F. (1971): *The Gondwana Permian Palynofloras*. An. Acad. Brasil. Cienc. 43 (supl.):145-175.

HORVARTH, V. (1985): *Apports de la Palynologie a la Stratigraphie du Carbonifere Moyen de l'Unité Structurale de la Sobia-Bodón (Zone Cantabrique-Espagne)*. These 3e. Cycle: 137 pp., 21 figs., 16 cuadros, 5 láms.

INTERNATIONAL HANDBOOK of coal Petrography. Inter. Comm. Coal Petrology 2nd. Ed. Cent. Nat. Rech. Scient., Academy Scienc. URSS, Paris, Moscow, 1971.

INTERNATIONAL HANDBOOK of coal Petrography. 2nd. Supplement to the 2nd. Ed. (1976).

JACHOWICZ, A. (1972): *Amicrofloristic description and stratigraphy of the productive Carboniferous of the Upper Silesian Coal Basin*. Inst. Géol. Franc. (Warsaw), 61 pp., 185-277.

LEMO DE SOUSA, M. J. (1985): *Bases da Classificação dos carvoes fósseis*, vol. 22, núm. 3, Bol. de Minas, Lisboa.

MARTÍNEZ, A. (1987): *Mercado del carbón: Sugerencias para una discusión*. 2.º Curso de Geología y Exploración de Yacimientos Minerales: Geología, explotación y mercado del carbón.

MORENO, R. (1986): *Economía de materias primas energéticas: El carbón en España*. Tesis doctoral U.C.M. (inédita).

PEPPERS, R. A. (1964): *Spores in Strata of Late Pennsylvanian Cyclothem in the Illinois Basin*. Bull. 90. Illinois State Geol. Surv. Urbana.

PEPPERS, R. A. (1980): *Comparison of miospore assemblages in the Pennsylvanian System of the Illinois Basin with those in the Upper Carboniferous of western Europe*. 9th. Congr. Inter. Stratigr. Geol. Carbonifere. Compte Rendu (Urbana, 1979).

YBERT, J. P.; NAHUY, J., et ALPER, N. B. (1967): *Etude palynologique et pétrographique de quelques charbons du Sud Bresil*. VI em. Congr. Inter. Strat. Géol. Carbonifere, Compte Rendu, vol. IV, pp. 1605-1626.