

Doc. 055/1992

CARMEN BENAVIDES GONZALEZ

**Una valoración económica de la obtención de
productos derivados del petróleo a partir del carbón**

UNA VALORACION ECONOMICA DE LA
OBTENCION DE PRODUCTOS DERIVADOS
DEL PETROLEO A PARTIR DEL CARBON

CARMEN BENAVIDES GONZALEZ
PROFESORA DE ECONOMIA APLICADA
UNIVERSIDAD DE OVIEDO

1. INTRODUCCION

La confusión suscitada por los recientes acontecimientos de Oriente Medio, ha vuelto a crear un cierto grado de incertidumbre e inestabilidad en los mercados energéticos, una situación que permanece latente en la economía mundial desde la primera crisis energética, a mediados de los años 70. En esta ocasión, ha sido una vez más un elemento político, la invasión de Kuwait por Irak, la que ha provocado una nueva crisis, aunque sus raíces se encuentran en un proceso más profundo que se ha venido gestando en los últimos años, a lo largo de los cuáles los fundamentos a largo plazo del equilibrio mundial de la energía no habían variado de forma importante, pese a la disminución del precio del petróleo y una parcial recuperación de los ritmos de crecimiento económico. En los últimos cuatro años se han producido varios hechos -anteriores al conflicto entre Irak y Kuwait- en los que merece la pena detenerse: (i) Un aumento de la demanda mundial de petróleo. (iii) Un incremento de la proporción de la OPEP en la oferta del mercado mundial. (iv) Una recuperación extraordinaria de los ingresos anuales del petróleo de la OPEP. (v) El surgimiento de un "nuevo equilibrio del petróleo" si bien los problemas básicos de los principales consumidores parecen seguir siendo en gran medida los mismos que antes de la primera crisis.

En efecto, han pasado 17 años desde la primera crisis del petróleo y los países importadores se enfrentan todavía con importantes problemas energéticos, que exigen una revisión de sus políticas energéticas nacionales para reducir el consumo y aumentar la eficiencia de los combustibles, y la elaboración de un programa serio para desarrollar fuentes energéticas alternativas. En su último estudio sobre la energía, la Comisión de las Comunidades Europeas indicaba como la Comunidad Económica Europea depende del exterior para su abastecimiento energético en casi un 50%. Este grado de dependencia alcanza actualmente un 70% en el caso del petróleo, un 35% respecto al gas y los combustibles sólidos, y de aquí a finales de siglo

podría seguir representando un 70% como mínimo respecto al petróleo y quizás un 40% o más respecto al gas natural y a los combustibles sólidos.

Si uno de los objetivos de Política Económica a largo plazo es conseguir la seguridad de los abastecimientos básicos para el buen funcionamiento de la economía, dentro de los cuales se encuentra la energía, la disponibilidad y seguridad de una adecuada oferta energética, son importantes prerequisites no sólo para la iniciación sino también para el sostenimiento del desarrollo económico y social de los países, todo lo cuál nos conduce a dos claras conclusiones -desde el punto de vista de un país consumidor-: (i) que es necesario diversificar las fuentes energéticas para no depender excesivamente del petróleo y (ii) que es preciso también racionalizar la utilización de la energía.

En realidad la atención que se viene prestando a los aspectos económicos de la energía no es nueva. El papel jugado por la energía en la Revolución Industrial y en las posteriores revoluciones tecnológicas, la importancia que tienen los recursos energéticos como inputs de todos los grandes sectores productivos, la aportación de las industrias de la energía como rama de actividad específica al valor añadido bruto, el peso que tienen los consumos energéticos en la demanda final, así como el impacto de las transacciones energéticas sobre el comercio exterior de las distintas naciones, entre otros temas, justifican ese interés.

Y el hecho de que la mayor parte de los recursos energéticos disponibles sean *no renovables* ha despertado un gran número de debates y controversias teóricas sobre las condiciones de extracción y sobre su mejor aprovechamiento, al mismo tiempo que ha impulsado un enorme esfuerzo de investigación orientado hacia el descubrimiento y explotación de nuevos yacimientos y hacia la utilización de otras fuentes alternativas, en todos los países industrializados y especialmente en aquellos en los que los recursos energéticos son escasos y cuyos costes de

extracción u operación son altos, como es el caso de España, donde esta cuestión es de singular importancia.

Estas necesidades se han visto reflejadas en los distintos Planes Energéticos Nacionales (PEN) que se han sucedido en las dos últimas décadas en nuestro país. En concreto, el Plan actualmente en vigor, el PEN - 83, con vigencia para el período 1983-1992, define tres objetivos finales: "En primer lugar, mejorar la eficiencia energética del país, racionalizando la producción y el consumo de energía e, incrementando el esfuerzo en conservación y ahorro. En segundo lugar, aumentar la diversificación en el suministro de energía, reduciendo el riesgo ante cualquier crisis internacional en los precios de las materias primas. Dicha diversificación debe realizarse tanto en tipos de energía como en el origen geográfico de los suministros, permitiendo una mayor flexibilidad en nuestro sector energético y por tanto más agilidad en la respuesta ante posibles "shocks" internacionales. Y en tercer lugar, mejorar el nivel de autoabastecimiento de nuestro país, lo cuál representa un objetivo difícil de cumplir, dada la escasez de nuestros recursos energéticos" (Maravall, F., 1989, p.220).

No es menos cierto que la intensidad de esas preocupaciones ha ido variando en función del contexto energético internacional. Así, la disponibilidad con posterioridad a los años cincuenta, de un petróleo abundante y barato, relegó a un segundo plano todos los desarrollos tecnológicos que se habían iniciado en los años veinte y consolidado durante e inmediatamente después de la Segunda Guerra Mundial, momentos en que el fantasma de la penuria aún estaba presente. Fue la crisis de 1973 la que volvió a atraer la atención sobre los interrogantes que conciernen a la mejor forma de aprovechar los recursos al descubrir, o más bien, al redescubrir que éstos no eran ilimitados. La incertidumbre sobre el precio director de la energía, el precio del petróleo, y los impactos micro y macroeconómicos de sus bruscas variaciones, han hecho necesaria una investigación sobre los determinantes de la oferta y la demanda de energía en relación al crecimiento económico, sobre su precio y sobre las interacciones que existen entre el sistema

energético y el sistema económico en su conjunto, tanto en los países importadores como en los exportadores. La energía es, por una parte, una variable resultante de ciertas elecciones económicas y, por otra, una variable conductora o inductora de algunas de esas elecciones: el modelo de crecimiento económico influye en gran medida en el sistema energético pero, por su parte, las restricciones energéticas tienden a condicionar las características de esta senda de crecimiento.

En este artículo se presenta el problema de la escasez de recursos energéticos y de materias primas para el sector industrial en general y para la industria química en particular, un problema que es esencial para el crecimiento de la economía y que topa con importantes restricciones que van más allá de las posibilidades de control de los países europeos. La nueva situación internacional creada por el conflicto del Golfo Pérsico es una buena prueba de ello. Una vez más, se ponen en marcha programas de ahorro y eficiencia energética y se resalta la necesidad de invertir e investigar sobre nuevas tecnologías.

Desde hace años se viene investigando de una forma continuada en las técnicas de licuefacción del carbón, como un posible complemento a la obtención de combustibles líquidos y de materias primas básicas para la industria química, productos todos ellos que se obtienen actualmente del petróleo. De esta manera, se ampliaría considerablemente la oferta energética y de materias primas industriales utilizando un recurso mineral que, como se verá a continuación, sigue contando con grandes posibilidades: el carbón. En concreto se estudiarán las posibilidades económicas que este tipo de técnicas pueden tener en este momento, a través de su comparación con la industria del petróleo. Para ello, se analizará en primer lugar la situación actual del carbón y del petróleo, puesto que son los dos recursos fundamentales para la obtención de los productos a que se hacía referencia anteriormente para, posteriormente, determinar en qué condiciones económicas -en términos de costes, rentabilidad y precios-, sería posible la aplicación de dicha tecnología.

2. SITUACION ACTUAL DE LAS MATERIAS PRIMAS: CARBON Y PETROLEO

2.1. Situación actual del carbón

En la actualidad, el mundo produce y consume cada año aproximadamente, 3,3 miles de millones de toneladas de hulla y 1,2 miles de millones de toneladas de lignito, equivalentes a 2,3 miles de millones de toneladas equivalentes de petróleo (tep). Esto representa el 30,40% del consumo de energía primaria comercial a escala mundial. A su vez, dentro del balance energético mundial, el carbón pasa de representar el 57% en 1950, al 47% en 1960 y al 28% en 1973, hasta llegar en 1986-1987 a un poco más del 30%.

Tres países producen las dos terceras partes del total mundial de hulla: China (25,1% en 1986), Estados Unidos (22,8%) y la Unión Soviética (18,0%). Y tres son también los máximos productores de lignito a nivel mundial: la República Democrática Alemana (25,1%), la Unión Soviética (13,1%) y la República Federal Alemana (9,3%). Estos países productores son a su vez, los principales consumidores.

En cuanto al reparto de las reservas probadas de carbón, éste es, desde un punto de vista geopolítico, mucho más satisfactorio que el de las reservas de hidrocarburos, ya que podemos encontrar el carbón repartido por todo el mundo, aunque de una forma un tanto desigual: cuatro países contienen más de las tres cuartas partes de las reservas de hulla (China con el 20,7%, los Estados Unidos con el 22,8%, la Unión Soviética con el 18,8% y África del Sur con el 10,1%) y otros cuatro, más de las tres cuartas partes de las reservas de lignito (la Unión Soviética con el 30,9%, los Estados Unidos con el 30,0%, Australia con el 8,7% y Alemania Federal con el 8,0%).

Sin embargo, la calidad de los carbones y las condiciones de explotación de las minas, varían considerablemente de un país a otro. En este sentido hemos de hacer referencia al problema de

la regresión de la explotación de la hulla, que es el elemento diferencial que permite explicar la caída de la producción en los países europeos occidentales. Actualmente, el coste de extracción del carbón europeo es muy elevado y cada vez es más difícil resistir la competencia extranjera de carbón procedente de minas de cielo abierto. El dilema que se plantea es entonces el de mantener o cerrar las minas subterráneas. Como en casi todos los países europeos, la tonelada de carbón extraída en España se vende por un precio inferior a su precio de coste, muchas explotaciones se convierten en marginales y ha sido necesaria la intervención del Estado haciéndose cargo de la producción para evitar un mayor derrumbamiento del sector. Desde entonces, el problema de la reconversión de las regiones que dependen fuertemente de la extracción de carbón, ha estado siempre presente.

El resto de regiones productoras de carbón, -Australia, África del Sur y Países del Este Europeo- no tienen los mismos problemas que Europa Occidental, debido fundamentalmente a unas mejores condiciones de explotación, ya sea porque se trata de minas a cielo abierto, ya sea porque los costes salariales son bajos. Incluso en países como Polonia, la República Democrática Alemana y Checoslovaquia, el carbón es la principal fuente energética nacional, cubriendo respectivamente el 80,2%, el 70,2% y el 61,0% del conjunto de las necesidades energéticas, lo cual es impensable hoy en día en los países industrializados de Occidente, donde la penetración del carbón en el balance energético topa con demasiados obstáculos para que sea realista pensar en un aumento sensible de su cuota de mercado, al menos en el corto plazo, como veremos a continuación.

Finalmente, la utilización del carbón ha ido variando a lo largo del tiempo, pasando a satisfacer actualmente tres necesidades: a) la producción de electricidad, b) la siderurgia y c) como combustible, ya sea para la industria, para el sector terciario o para uso doméstico.

a. En primer lugar se utiliza en centrales eléctricas, sector que se ha convertido en el principal cliente del carbón: el 47% del consumo de carbón es, a nivel mundial, reservada para este uso (40% en 1973). Señalemos que en los países de la OCDE se situaba ya en 1986 en el 73%. El desarrollo de la capacidad instalada de las centrales de carbón en muchos países en vías de desarrollo y los problemas que están surgiendo en el seno de la OCDE con la energía nuclear -medio-ambientales, de seguridad-, explican estas evoluciones.

b. La industria siderúrgica es uno de los más antiguos mercados del carbón: actualmente el 17% del consumo de hulla está reservado al tratamiento del mineral de hierro, contra el 23% de 1973. En el seno de la OCDE esta proporción es tan sólo del 11% en 1986 contra el 22% de 1973. La mejora de las tecnologías, el desarrollo de la "reducción directa" y la disminución de la demanda mundial de los productos siderúrgicos, podrían ser las causas de un descenso aún mayor en el horizonte del año 2000, según la Agencia Internacional de la Energía.

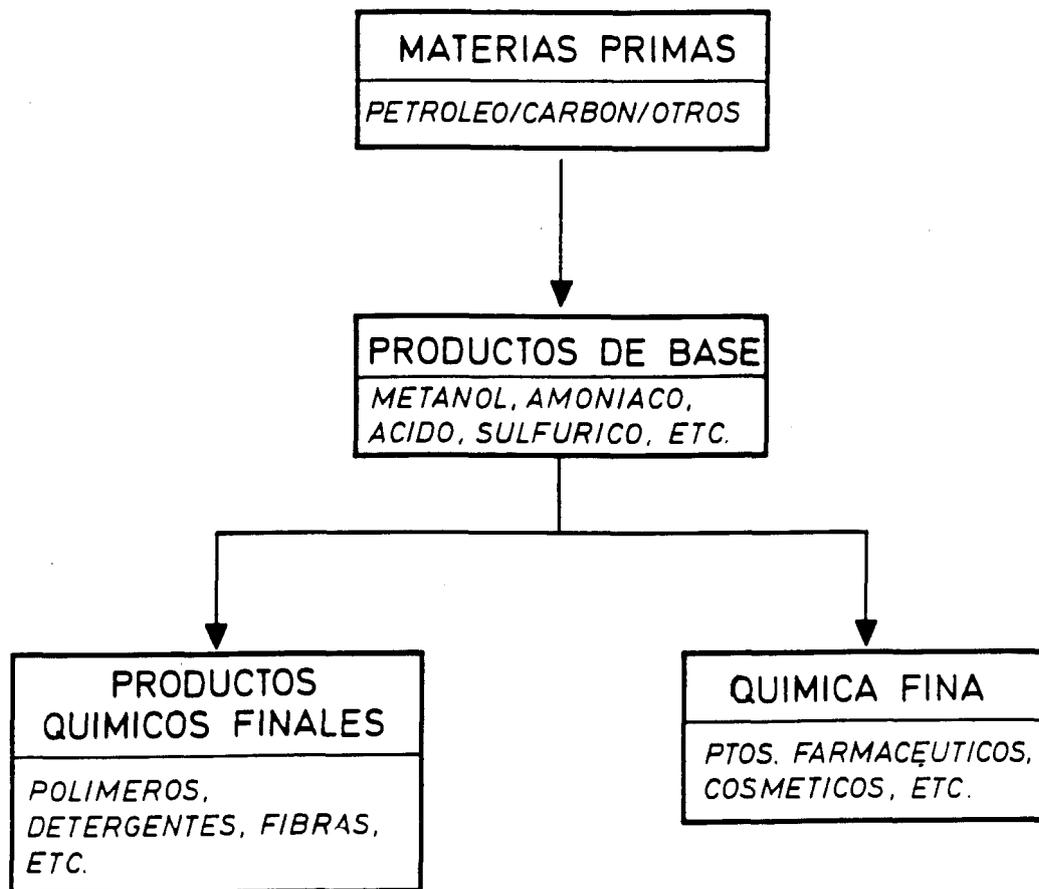
c. La tercera utilización del carbón es como combustible. La sustitución progresiva del carbón por los hidrocarburos redujo la participación de este uso al 37% del consumo mundial de hulla en 1973. Esta proporción era del 36% en 1986 (16% en el seno de la OCDE) y es posible que se mantenga en este nivel de cara al año 2000, ya que después del segundo shock petrolero, en 1979, hay una clara vuelta a la utilización de carbón como combustible ordinario, tanto para uso doméstico como industrial. Sin embargo todavía existen numerosos obstáculos para la penetración del carbón en este mercado específico: los costes de almacenamiento, los costes de mantenimiento, las restricciones medioambientales y la competencia de otros combustibles, como el gas natural o el fuel.

Pero el interés del carbón no es sólo energético. El carbón es también la base de una química orgánica bastante diferente de la que se deriva del petróleo, la **Carboquímica**, que comprende: (i) La fabricación de productos químicos intermedios a partir de la coquización del carbón o carbonización -recuperación de azufre, producción de benceno, tolueno y xileno (BTX), la química del benzol, la química del metanol y la producción de amoníaco-. Se trata de aprovechar los subproductos que se desprenden del los hornos de coque, alquitrán y gas de coquerías; (ii) la gasificación del carbón que tiene por finalidad obtener gas de síntesis y metanol y (iii) la licuefacción del carbón, proceso a través del cual se obtienen hidrocarburos líquidos, y como subproductos, amoníaco, fenol y azufre.

La posibilidad de que el carbón haya sido y vuelva a ser un recurso importante en la fabricación tanto de combustibles, como de productos intermedios que pueden ser utilizados como materias primas para la industria química, es el hecho que justifica nuestro trabajo y muchos otros sobre procesos de conversión del carbón. Para ello hemos de iniciar su estudio situándolo dentro del análisis químico convencional según el cuál toda producción química ha de pasar por una serie de etapas, que se resumen a su vez, en la Figura 1: (i) Química básica: que transforma las materias primas de partida -petróleo, gas, fosfatos, carbón- en grandes productos de base -etileno, amoníaco, metanol-. (ii) Después en productos intermedios y sus derivados -plásticos como el propileno, fibras- o bien, (iii) la Química fina o de especialización, orientada hacia la demanda final -productos farmacéuticos, detergentes, pesticidas-.

Este trabajo se centrará en la primera etapa. Para ello se parte del hecho de que, en principio, gran parte de las materias primas químicas que se producen hoy en día a partir del petróleo, pueden volver a obtenerse, por procedimientos conocidos, a partir del carbón. Y aunque durante las últimas décadas el carbón ha venido utilizándose fundamentalmente para combustión directa, hay crecientes especulaciones en cuanto a su utilización para la producción de materias primas químicas y combustibles.

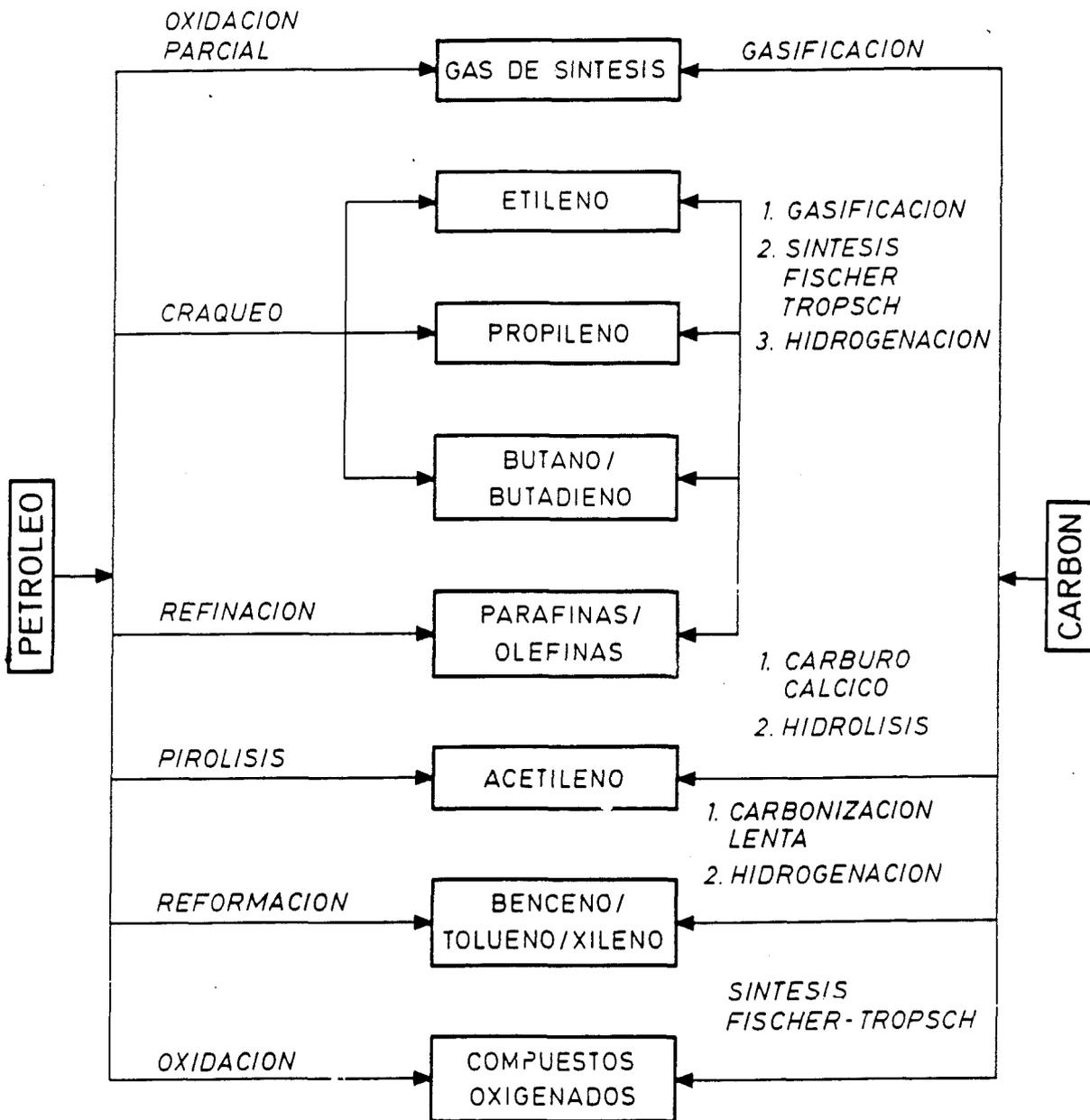
FIGURA 1: Etapas elementales para la obtención de productos químicos.



FUENTE: Elaboración propia.

Como puede observarse en la Figura 2, para transformar las materias primas básicas en grandes productos de base, podemos seguir dos caminos diferentes: a) a partir del carbón y b) a partir del petróleo y/o gas natural, vías que lógicamente, nos conducen a procesos y/o productos diferentes, que serán estudiados como restricciones económicas y técnicas -hipótesis- y que originan distintos costes que será preciso cuantificar.

FIGURA 2: Productos químicos de base a partir del carbón y/o petróleo



FUENTE: GRUENEWALD, H. (1979): "Consideraciones económicas sobre las fuentes futuras de las materias primas", Ingeniería Química, mayo.

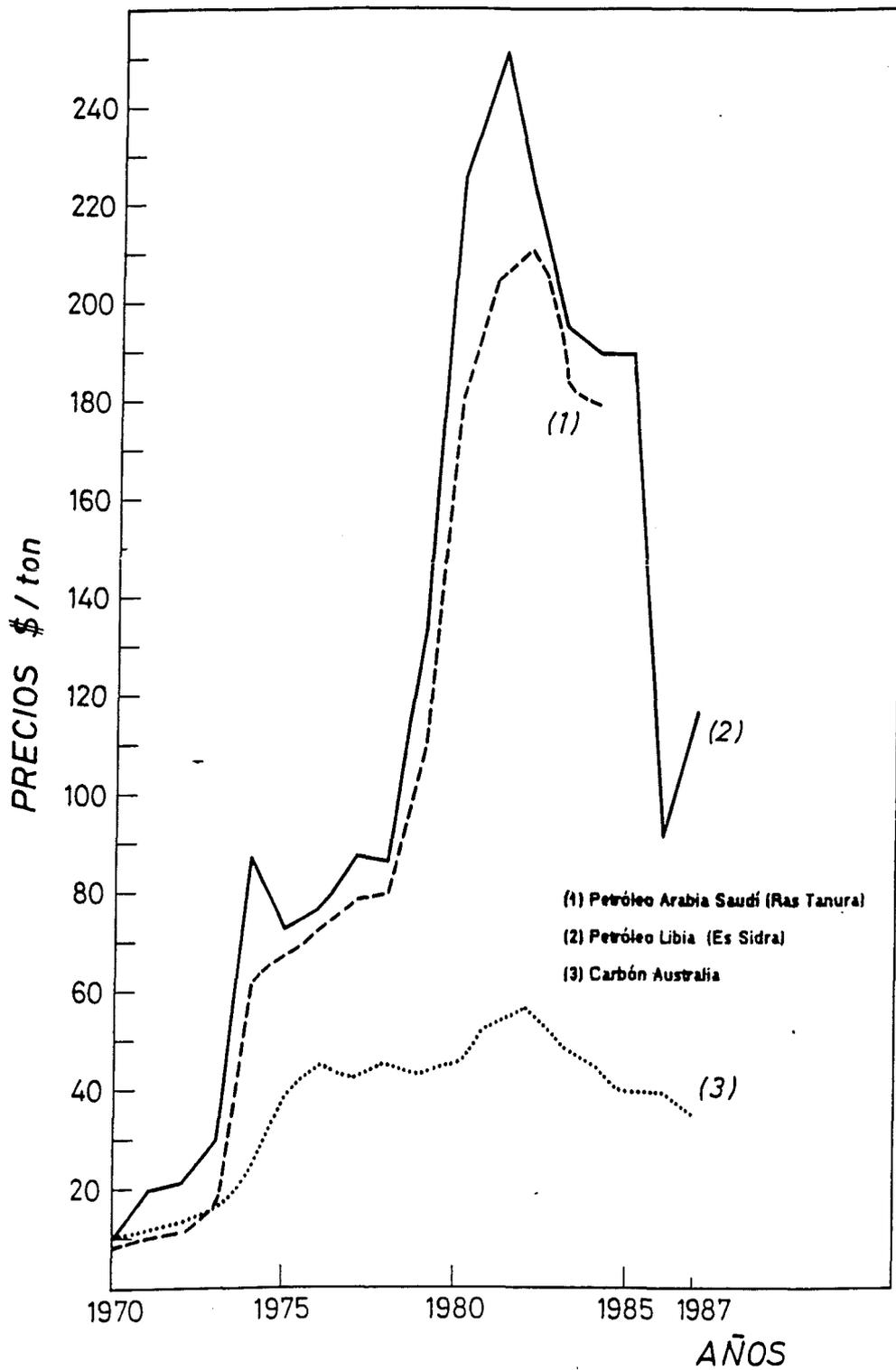
Para poder estudiar la posibilidad de proceder a una parcial sustitución del petróleo por el carbón, deberíamos de realizar un análisis industrial completo. Como tal cosa excede del objetivo de este artículo, sólo aludiremos a los aspectos más importantes, -siguiendo el Modelo

de Análisis de Organización Industrial de Edward S. Mason- (Scherer, F.M., 1973, p.4). En primer lugar, las condiciones básicas del mercado carbonero: por el lado de la oferta, la localización y la propiedad de los recursos carboneros, la tecnología disponible y sus posibilidades de sustitución. Por el lado de la demanda, su grado de elasticidad ante variaciones en los precios, su tasa de crecimiento, la existencia de sustitutos. En segundo lugar, la estructura del mercado, esto es, el número y tamaño de competidores, las barreras de entrada, la estructura de costes, si existe algún tipo de integración -vertical, horizontal- elementos todos ellos recíprocamente influenciados por las condiciones básicas del mercado. Por último, hay que considerar, la conducta de las empresas que operan en ese mercado, es decir, las políticas de precios, la estrategia a seguir con respecto a los productos, su línea de investigación y desarrollo.

Con respecto a las condiciones básicas del mercado de carbón, ya hemos visto las condiciones de la demanda y oferta de carbón en todo el mundo. La oferta de carbón, ampliamente repartida por todo el mundo y con grandes reservas disponibles para su aprovechamiento a largo plazo, decanta algunas ventajas de este recurso sobre el petróleo, muy desigualmente distribuido desde un punto de vista espacial y con reservas muy inferiores a las del carbón.

La evolución de sus precios (véase Figura 3) es también mucho más estable y segura que la de sus competidores más directos, debido fundamentalmente a la alta estabilidad de la oferta hullaera -a excepción de la de Europa Occidental-, y al abaratamiento del transporte marítimo del carbón, cuya positiva influencia sobre el comercio mundial de este combustible adquiere sentido al considerar la situación geográfica ultramarina de los principales países exportadores (García Alonso, J.Mª, e Irazo Martín, J.E., 1988) .

FIGURA 3: Evolución de los precios del carbón y petróleo (1960-1987)



Fuente: (Fondo Monetario Internacional, 1988) y elaboración propia.

En cuanto a su estructura, la primera característica del mercado carbonero es su creciente internacionalización, aunque ésta se limita casi en exclusiva a la hulla, ya que la producción de lignito no da lugar a un comercio internacional, salvo en raras excepciones. Una segunda característica es que aunque a primera vista parece que hay unos países que dominan este comercio, el mercado internacional del carbón es un mercado bastante competitivo que, por otra parte, ha sabido adaptarse a la evolución de la situación energética mundial y resistir la competencia de los productos sustitutivos. A este respecto hay que distinguir claramente entre la producción y la exportación de carbón, ya que si bien el porcentaje de carbón que se comercia a nivel internacional se concentra en ocho países que cubren aproximadamente el 90% de las importaciones (véase el Cuadro 1), éste solo representa el 10% de la producción mundial de hulla y antracita, que en 1986 se situaba en torno a los 3.325 millones de toneladas. Y el hecho de que el número de empresas productoras sea, como veremos a continuación, muy numeroso, es lo que nos permite corroborar la estructura competitiva de este mercado.

En los EEUU, más de 3.000 sociedades se reparten la actividad de las 6.400 minas en explotación -2.700 minas subterráneas y 3.700 yacimientos a cielo abierto-. De estas 3.000 sociedades, más del 70% producen en torno a las 50.000 toneladas al año (Percebois, J., 1989, p.601). Se trata por lo tanto de un mercado donde dominan un gran número de empresas de mediana dimensión. En cuanto a la industria carbonera australiana su capital es privado, australiano y extranjero, mientras que en África del Sur las sociedades exportadoras son igualmente de capitales privados, aunque con un control del Estado sobre las exportaciones. Gracias a las condiciones geológicas existentes y a una mano de obra sin derechos políticos y barata, los costes medios de producción son los más bajos del mundo. Pero los factores políticos -boicot de las exportaciones sudafricanas por algunos países europeos principalmente- hacen que esta exportación sea un poco aleatoria.

CUADRO 1 : Intercambios mundiales de carbón en 1986. (10⁶ toneladas)

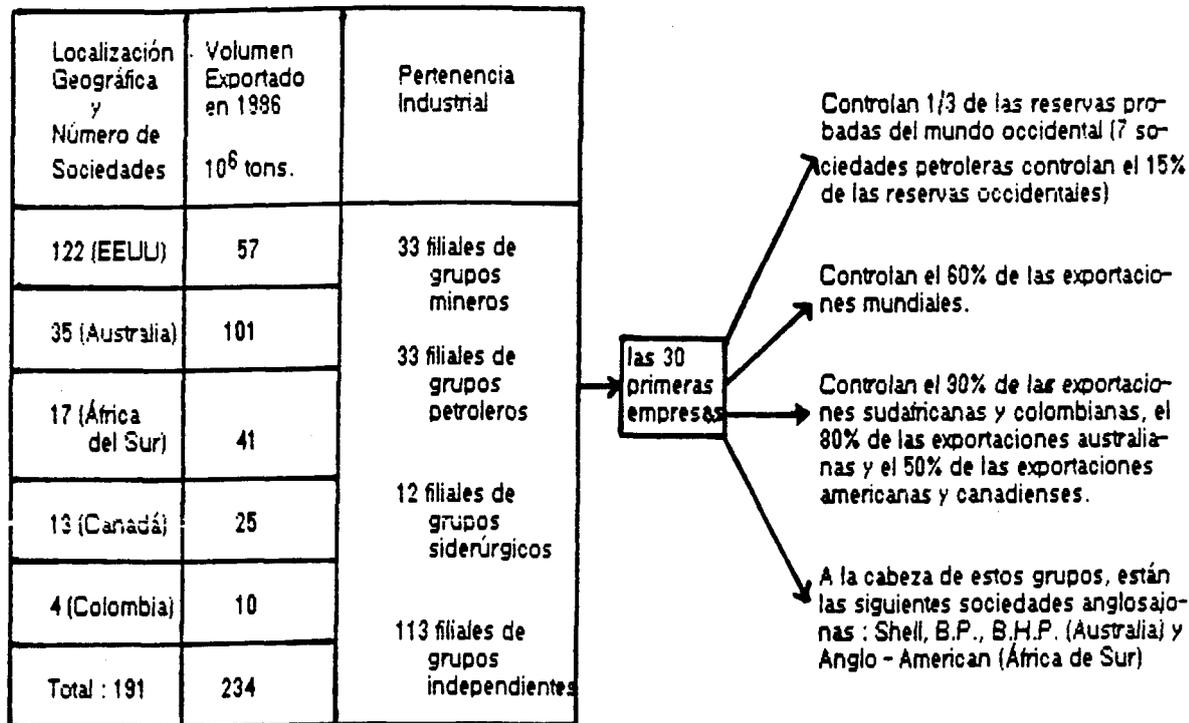
Exportadores \ Importadores	Europa Occidental	Japón	Asia (sin Japón)	URSS y Europa Este	América del Norte	América Latina	Otros Países	Total
Australia	23,2	42,2	21,9	1,0	—	1,1	2,0	91,9
Estados Unidos	39,1	12,0	7,0	1,9	13,3	6,1	2,3	77,5
África del Sur	22,4	8,8	11,3	—	0,9	—	2,1	45,5
Polonia	14,1	—	0,3	17,3	—	2,6	0,1	34,4
Canadá	2,4	17,3	4,2	0,1	0,4	1,4	—	25,9
URSS	4,4	5,1	—	15,9	—	—	—	25,4
China	0,7	3,5	2,8	2,9	—	—	—	9,9
Colombia	3,8	—	0,3	—	0,7	0,7	—	5,5
Otros Países	1,5	1,1	1,3	1,3	—	—	—	5,2
Total	123,2	90,0	49,1	41,0	15,3	12,1	6,6	335,7

FUENTE : International Energy Agency. Coal Information Report 1987 OCDE, Paris 1987.

Por lo que respecta a la conducta de las empresas pertenecientes a este mercado, ¿hay posibilidades de que se forme un oligopolio carbonero que imponga precios y producciones en los mercados?

La internacionalización de la producción carbonera ha supuesto a su vez un incremento considerable del número de sociedades exportadoras -productores y negociantes-. Fuera de los países de Europa del Este y China, existen actualmente más de 200 sociedades que participan en el comercio internacional del carbón como oferentes, mientras que en 1973 había alrededor de 50 ó 60. En los países del Este, hay una ó dos sociedades públicas.

FIGURA 4 : Principales sociedades exportadoras de carbón en 1986.



FUENTE : " Economie de l'energie " de Jacques Percebois, *Económica*, Paris 1989, p.605.

La Figura 4 muestra como la mayor parte de estas sociedades exportadoras, generalmente de capital privado, están localizadas en los Estados Unidos y que 30 grupos controlan 1/3 parte de las reservas probadas de carbón del mundo occidental y alrededor del 60% de las exportaciones mundiales de carbón. De hecho un pequeño número de sociedades controlan la mayor parte de las exportaciones de carbón de África del Sur, Colombia, Australia, EEUU y Canadá. Algunas de estas sociedades están a su vez controladas por grupos petroleros -Shell y B.P. principalmente, aunque también Arco, Exxon Occidental y Sun Oil-. Es evidente que las motivaciones de estos grupos no van a ser las mismas (Percebois, J., 1989, p.605 y 606): (i) Se trata en unos casos de grupos parcialmente controlados por los intereses de los países importadores que se tratan así de garantizar la regularidad del aprovisionamiento de carbón en condiciones aceptables. (ii) Otras veces son las compañías petroleras que buscan en la diversificación una nueva fuente de

beneficios y cuyos objetivos son más a largo plazo -estrategia a largo plazo-. (iii) Por último hay sociedades mineras o de independientes que tratan de maximizar sus beneficios inmediatos y pueden tener de hecho tentaciones "hegemónicas".

En términos generales, se puede afirmar que aunque el mercado es aún bastante competitivo, se está produciendo un vigoroso proceso de concentración de las empresas productoras de carbón apuntando, como es obvio, que las estructuras industriales no son estáticas. En concreto las empresas petroleras son mayoritarias con respecto al control del carbón americano y las sociedades mineras dominan el sector en Australia y África del Sur. Y la concentración que se observa hoy en día en el comercio internacional del carbón no es más que el reflejo de la concentración que se está produciendo, en los grandes países productores, con respecto a la extracción de carbón. En los EEUU en particular, las 15 primeras sociedades obtenían el 43% de la producción americana de hulla y lignito. De esas 15 sociedades, 8 son controladas por las empresas del petróleo: Amax (Chevron), Anaconda Minerals (Atlantic Richfield), Exxon Coal, Kerr - Mc Gee, Elk River Resources (Sun Oil), Island Creek (Occidental), Pittsburgh and Midway Mining (Chevron), Old Ben Coal (Standard Oil). Estas sociedades ocupan, respectivamente, los puestos 3º, 5º, 6º, 11º, 12º, 13º, 14º y 15º. Es importante señalar aquí el hecho de las grandes compañías petrolíferas estén dedicando una parte creciente de sus inversiones en investigación e innovación a actividades complementarias del petróleo y el gas y que muchas de ellas hayan ido adquiriendo la propiedad de las minas mundiales de carbón.

Dada la situación actual de los mercados, es poco probable que se constituya un oligopolio de los exportadores de carbón por las siguientes razones (Percebois, J., 1989):

1. La existencia de un abanico competitivo importante -un gran número de sociedades de pequeña y mediana dimensión susceptibles de ser oferentes en el mercado internacional-, limitaría las pretensiones del cártel.

2. El débil peso de las importaciones de carbón en el consumo de energía primaria de los países importadores y la existencia de un gran número de productos sustitutivos potenciales -sobre todo en períodos de bajos precios del petróleo-, que anularían una brusca subida de los precios.

3. La importancia de las reservas de carbón distribuidas un poco por todo el mundo, no haría dramática una fuerte contracción del comercio internacional.

4. En el caso de fuertes tensiones en el precio de la energía, siempre sería posible la utilización del carbón nacional. La industria hullera que ha sido tradicionalmente una industria intensiva en mano de obra, se está transformando progresivamente en una industria más intensiva en capital y el acceso a ciertas reservas puede facilitarse desde ese momento.

5. La vigilancia de los países importadores que gracias a sus participaciones minoritarias en el capital de algunas sociedades exportadoras pueden impedir prácticas colusorias en materia de fijación de los precios.

6. Y sobre todo la presencia de importantes exportadores en los países del Este -principalmente China-, que abortarían cualquier intento de formar un oligopolio.

Se puede concluir diciendo que más que un problema potencial, el mercado internacional del carbón puede ser considerado como un factor de estabilidad de los bruscos aumentos de los precios del petróleo. Se deben tener en consideración tres variables, que tendrán una gran influencia en el ritmo de desarrollo de este mercado: (i) Las tasas de crecimiento económico de las que dependerá la mayor o menor utilización del carbón, (ii) los precios del carbón con

respecto a los de los productos sustitutivos y (iii) las restricciones medio-ambientales que podrían ser un obstáculo en muchos casos para el desarrollo de los intercambios. En este punto serán muy importantes los avances tecnológicos.

2.2. Situación actual del petróleo

Todos los acontecimientos que se han ido produciendo desde los años 70, ponen en evidencia el grado de inestabilidad en que se encuentra el principal mercado energético, el mercado del petróleo, y la importancia que esta situación puede tener, no sólo en el desarrollo futuro de las economías occidentales, sino también en el de las economías de los países del Tercer Mundo, ya sean o no exportadores de petróleo y, en definitiva, en el futuro de la economía mundial. Esa inestabilidad dependerá, en gran medida, de la evolución de la oferta y precios del petróleo, variables estrechamente interrelacionadas y cuyo desarrollo futuro pasaremos a analizar a continuación.

En 1988, los niveles de oferta seguían siendo preocupantes para los países de la OPEP, ya que éstos estaban muy por encima de las cuotas asignadas. Es lógico que ante esta situación no pueda ni pensarse en controlar los precios. A este exceso de oferta se unía otro problema: el temor a un cambio de política de Arabia Saudita, que podría pasar a incrementar su producción por encima de la cuota asignada, pretendiendo así acelerar el proceso hacia una caída vertiginosa de los precios, que al final pudiera lograr el objetivo de un mayor orden y control en el seno del cártel. Se trataría, en definitiva, de volver a tener cierto control sobre el mercado y de poder fijar así una política de precios adecuada a las necesidades financieras de sus economías, con lo cual los precios petrolíferos podrían volver a dispararse en cualquier momento. En el primer trimestre de 1988 los precios FOB en Oriente Medio del barril de petróleo se situaron en torno a 14-15 \$ y en octubre del mismo año descendieron hasta 10-11 \$, con la consiguiente reducción de ingresos de los países miembros de la OPEP. Una vez más, no se respetaron los

acuerdos, de tal forma que entre abril y diciembre de ese año, se produjo un exceso de producción de 5 millones de barriles diarios por encima de los niveles acordados. Son varios los acontecimientos que se fueron sucediendo en ese año y que condicionaron la actuación de estos países: (i) el conflicto entre Irán e Irak, hasta el cese de las hostilidades en agosto de 1988. (ii) Una demanda de petróleo superior a la prevista, debido al fuerte crecimiento económico de los países desarrollados. (iii) La urgente necesidad de ingresos, que condujo a un fuerte incremento de las exportaciones para compensar la caída de los precios y (iv) la dura competencia por conseguir una mayor participación en el mercado.

Ante esta situación, la OPEP se reúne en Viena del 21 al 25 de noviembre de 1988, donde se establece una vez más la necesidad de limitar la producción para el año 1989. El aspecto novedoso es la inclusión de Irak por primera vez desde 1986 en el reparto de cuotas de producción. Además se define una estrategia conjunta a largo plazo en la que se incluye la asignación de cuotas permanentes. Paralelamente, a principios de 1989, los principales países en desarrollo exportadores de petróleo no pertenecientes a la OPEP, junto con Noruega y la URSS, anuncian reducciones de sus exportaciones en un 5%. Las consecuencias no se hacen esperar, y los precios se elevan durante este año a 16 \$ / barril (FOB en Oriente Medio) hasta llegar a 22 \$ a finales del mismo. Durante 1990 los precios del petróleo vuelven a experimentar una bajada continuada, hasta llegar a 15 \$ a principios de junio, debido fundamentalmente a la sobreproducción de Kuwait y los Emiratos Arabes Unidos -contraviniendo los acuerdos de la OPEP-. Una nueva Conferencia en Viena en julio, un mes antes de la invasión de Kuwait por Irak, sitúa el precio de referencia en 21 \$/barril.

Predecir con cierto grado de aproximación el nivel a que se situará en un futuro cercano el precio del crudo, es por lo tanto complejo y desde luego nunca existe la seguridad de acertar. Y es que, mientras que para la mayoría de las magnitudes económicas, las predicciones de los expertos suelen tener un aceptable grado de exactitud, estamos acostumbrados a que la realidad

del mercado del crudo nos sorprenda periódicamente, desviándose de forma notable de las previsiones realizadas utilizando las reglas del análisis más sofisticadas. El Oriente Medio y el Norte de Africa son zonas hoy tan conflictivas que cualquier acontecimiento político puede tener y de hecho tiene una amplia repercusión en este mercado.

La característica dominante del debate energético contemporáneo es pues la incertidumbre: (i) incertidumbre en cuanto a la evolución del consumo de energía a nivel mundial y en cuanto al ritmo de crecimiento económico, que constituye su principal determinante, e (ii) incertidumbre con respecto a la estrategia de los principales decisores, fundamentalmente de los países productores de petróleo y de los Estados Unidos, éste último por la relación existente entre el dólar y el precio del barril de crudo.

Pero no son sólo los precios del petróleo el factor que nos ha de servir como el único elemento explicativo de la búsqueda de otras fuentes alternativas, sino que hay que tener en cuenta, como dijimos al principio, los problemas relacionados con su oferta:

1. Parece un hecho generalmente aceptado que está asegurado el aprovisionamiento de petróleo y gas natural para un período de 30 a 50 años, es decir, décadas, y el del carbón, de 300 a 500 años, es decir, siglos (véase Cuadros 2 y 3).

2. Un problema adicional en la oferta de petróleo, puede surgir en todo lo que atañe al desarrollo de nuevos pozos. Aquí es donde la rentabilidad, a corto y medio plazo, cuenta especialmente. Si bien cabe pensar que una parte del petróleo "convencional" localizado en la corteza terrestre, queda por descubrir, está demostrado que el coste de extracción y producción de esta segunda mitad de petróleo mundial será mucho más elevado. Los depósitos en los que se encuentra son, con escasas excepciones, pequeños y tienen un difícil acceso. Por regla general se encuentran en el mar a profundidades superiores a las de cien metros y su

explotación requerirá la utilización de métodos de recuperación aún más sofisticados. La Agencia Internacional de Energía estima que los costes unitarios totales de los proyectos del Mar del Norte se muevan alrededor de 18 - 20 dólares por barril lo que, evidentemente, resta atractivo al desarrollo de esos nuevos yacimientos. En la costa occidental de África, desde Angola al Camerún, el coste desarrollado del barril se estima entre 15 y 20 dólares para el caso de yacimientos marinos descubiertos en los últimos cinco o seis años. A mediados de los años 80, el ministerio soviético del petróleo declaró que el coste de producción de los yacimientos se había doblado en los últimos diez años (Desprairies, P.C., Boy de la Tour, X. y Lacour, J.J., 1986).

CUADRO 2: Reservas y producción de carbón y petróleo en el mundo y Europa Occidental

	CARBÓN		PETRÓLEO	
	M t	M tec	M t	M tec
MUNDO				
Recursos Recuperables	933.700	726.300	95.200	136.100
Producción (P)	4.006,3	3.116,4	2.768,7	3.958,2
Consumo (C)	3.860	3.001,4	2.801,4	4.004,9
Duración Reservas (s/ P)	233 años	233 años	34,3 años	34,3 años
Duración Reservas (s/ C)	242 años	242 años	33,9 años	33,9 años
EUROPA OCCIDENTAL				
Recursos Recuperables	91.400	57.000	3.600	5.100
Producción (P)	244,4	152,4	171,1	242,4
Consumo (C)	378,9	263,3	586,6	831,0
Duración Reservas (s/ P)	374 años	374 años	21 años	21 años
Duración Reservas (s/ C)	241 años	241 años	6 años	6 años

Fuente : CARBUNION 1985 y elaboración propia.

CUADRO 3: Europa Occidental / Resto del Mundo (en %)

	CARBÓN	PETRÓLEO
Recursos recuperables	9,79	3,78
Producción	6,10	6,18 (*)
Consumo	9,81	20,94

(*) Europa Occidental está sobreexplotando sus yacimientos

Fuente : CARBUNION 1985 y elaboración propia.

3. Si bien el carbón está distribuido geopolíticamente de tal forma, que se garantiza la futura oferta, especialmente para Europa y Japón, esto no ocurre con el petróleo, debido al hecho de que los países productores se encuentran espacialmente muy concentrados -el 55,3 % están localizados en el Oriente Medio, el 12,7 % en los Países del Este, y tan sólo el 8,6% en los países de la OCDE-. Hay, por lo tanto, una repartición geográfica particularmente desequilibrada de esta fuente. Un factor a tener en cuenta a este respecto debe ser el factor estratégico. Contemplar todas las posibilidades a partir de los recursos propios, es una estrategia fundamental.

3. INDUSTRIA CARBOQUIMICA FRENTE A LA INDUSTRIA DEL PETROLEO

El desarrollo de una industria carboquímica requiere, una comprobación en términos de viabilidad tanto técnica como económica, así como un estudio comparativo con respecto a la industria que actualmente copa el mercado, es decir, la industria petrolera. El objetivo de este epígrafe consiste en exponer los criterios económicos según los cuáles sería factible la producción de combustible líquidos y materias primas químicas a partir de un proceso de

conversión del carbón previamente seleccionado, el proceso de licuefacción directa H - Coal, cuya viabilidad técnica ya está ampliamente probada (EPRI, 1984).

3.1. Especificaciones técnicas del proceso

Para realizar el análisis de una planta carboquímica de base, debemos especificar en primer lugar sus características técnicas más importantes, es decir:

a) La planta ha sido diseñada para su uso comercial, y por lo tanto tendrá grandes dimensiones, superiores a las de una planta piloto. Su producción nominal será de 50.000 barriles/día de productos líquidos destilados. Se trata por lo tanto de una planta de dimensión "media", si tenemos en cuenta la capacidad de producción de las refinerías españolas.

b) Para cubrir esa capacidad de producción será necesario procesar 21.891 toneladas/día de carbón. Este dato se obtiene directamente de la elaboración del balance de materia del proceso, que se recoge en el cuadro 4.

c) El carbón utilizado será carbón bituminoso, ya que cuenta con una serie de ventajas sobre otros carbones que es necesario considerar: (i) si bien la producción de gasolina y otros productos destilados es aproximadamente la misma que utilizando otros tipos de carbón, es posible obtener dentro del mismo proceso Gases Licuados del Petróleo -butano y propano-, (ii) La cantidad de carbón que se necesita es mucho menor -aproximadamente un 40% menos- que si se utilizara otro tipo de carbón, debido a su menor contenido de humedad y oxígeno. (iii) El capital necesario para la inversión inicial es inferior que si se utilizara otro tipo de carbón ya que disminuye la necesidad de reactores para el proceso, porque se reduce el consumo de hidrógeno. (iv) La eficacia térmica es mayor cuando se utiliza este tipo de carbón, como consecuencia de los factores indicados anteriormente.

CUADRO 4: Balance de Materia del Proceso H-Coal

Inputs del proceso	<u>toneladas / día</u>
Carbón	21.891
Oxígeno	4.918
Agua	55.176
Outputs del proceso	
Hidrocarburos :	<u>barriles / día</u>
Gasolina	16.000
Fuel Ligero	27.393
Fuel Oil Pesado	6.880
Propano	7.175
Butano	1.658
Productos no - hidrocarburos :	<u>toneladas/día</u>
Amoniaco	222
Fenoles	50
Azufre	664
Otros :	<u>toneladas/día</u>
Cenizas, Hollín , para desechar	2.253
Fuel Gas para uso interno	1.872,6

Fuente : Elaboración propia.

d) Las otras materias primas empleadas en el proceso son aire, agua, catalizadores y productos químicos, y se recogen en el balance de materia del mismo.

e) Los productos obtenidos son: naftas, fuel ligero, fuelóleos pesados, gases licuados del petróleo -propano y butano- y una serie de subproductos -amoníaco, fenol, azufre- cuyos porcentajes y especificaciones también están recogidas en el balance de materia del proceso.

f) En cuanto a la energía necesaria para el funcionamiento de la planta, es importante precisar que todas las necesidades al respecto se cubrirán por la propia planta, es decir que la electricidad será generada en el propio proceso siendo, por lo tanto, autosuficiente.

g) Un último aspecto que es preciso recoger en este apartado es el relativo al problema de los residuos y la contaminación del medioambiente. El tratamiento que se seguirá será el siguiente: (i) Todas las emisiones de gas, son tratadas para cumplir la normativa y estándares de medioambiente, creándose para ello una planta especial como se podrá observar más adelante. (ii) En cuanto a los desechos sólidos -cenizas, escorias, etc.- éstos serán transportados hacia un área de desechos sólidos. (iii) No hay desechos líquidos. Todos los líquidos no vendibles, son reciclados en el propio proceso y por lo tanto no es necesario su tratamiento posterior a efectos medio-ambientales.

3.2. Especificaciones económicas del proceso

La tecnología existente permite obtener a partir del carbón, combustibles líquidos de igual calidad que los que se obtienen de una refinería de petróleo. El siguiente paso es entonces determinar si su coste es también similar o, si por el contrario, los costes aumentan tanto que dicha producción se convierte en insostenible con los actuales precios del mercado. Para ello es necesario cuantificar en primer lugar el Coste Total de Inversión de la Planta y, posteriormente, los Costes Totales de Producción tal y como refleja el Cuadro 5.

En segundo lugar es preciso determinar la rentabilidad mínima aceptable del proyecto, teniendo en cuenta que la tasa de rentabilidad deseable del mismo, r_i , debe ser equivalente a la tasa de rentabilidad media que se obtiene en la industria petrolera en España, para el período 1986 - 1988, que está comprendida entre el 15 y 25 % y que es la que se utilizará para comparar los procesos carboquímico y petrolero.

CUADRO 5: Costes Totales de la Planta

CONCEPTO	PTS 1987 × 10 ⁶	\$ 1987 × 10 ⁶
COSTES TOTALES DE INVERSIÓN	168.381	1.542
CAPITAL FIJO	161.842	1.482
Inversión Fija	137.997	1.264
Catalizadores Iniciales	647	6
Interés durante la construcción	21.735	199
Regalías	1.463	13
CAPITAL CIRCULANTE	6.539	60
COSTES TOTALES DE PRODUCCIÓN	55.299	506
COSTES VARIABLES	36.644	335
Materias Primas y Auxiliares	32.719	299
Agua	546	5
Energía	0	0
Otras Materias Primas	2.047	19
Otros Suministros	690	6
Otros Gastos de Fabricación	76	1
Gastos de Administración y Generales	566	5
COSTES FIJOS	18.655	170
Mano de Obra Directa	763	7
Mantenimiento y Conservación	6.900	63
Amortizaciones	9.660	88
Impuestos y Seguros	690	6
Otros Gastos de Fabricación	76	1
Gastos de Administración y Generales	566	5

FUENTE: Elaboración propia. * El Coste Total de Inversión se determinó a partir del balance de materia del proceso y de métodos de evaluación económica de procesos químicos, ajustados al año 1987 en función del índice de actualización "ICE Plant Cost Index". * Para la determinación de los Costes Totales de Producción, se han utilizado diversas fuentes económicas. En concreto: Coste del carbón: Anuario del FMI y el Informe de la Comisión de las Comunidades Europeas de 1988; Agua: CADASA; Suministros, Gastos Generales, Gastos de Fabricación, Impuestos, Mantenimiento y Conservación: Métodos de evaluación económica de procesos químicos; Mano de obra directa: VI Convenio General de Industrias Químicas 1987-88-89; Amortizaciones: normativa legal para la instalación de este tipo de plantas; Petróleo, Naftas y demás productos derivados: BEP del Ministerio de Industria y Energía; GLP: BOE nº 268 de 8 de Noviembre de 1988 con precios para 1987. Subproductos: ICE (Resumen Estadístico de Importación)

Finalmente se procederá al objetivo último de este trabajo, es decir, al estudio comparativo del complejo industrial carboquímico frente a la industria petrolera. Llegados a este punto es necesario fijar, en primer lugar, las condiciones para la equivalencia entre un proceso de conversión del carbón en productos líquidos y un proceso de refino de petróleo. Estas condiciones serán las siguientes:

a. La primera y más importante, es que el capital invertido en cada uno de los dos procesos, tiene que tener la misma rentabilidad, para que ambos puedan ser comparados y por lo tanto puedan ser considerados equivalentes.

b. Se supone que la planta producirá a plena capacidad y que todos los elementos de costo se calcularán como costos unitarios.

c. El volumen de producción es igual al volumen de ventas, es decir que se supone que no hay existencias, pues todo lo que se produce se vende.

d. Los precios de venta unitarios de un producto o una gama de productos son iguales para todos los niveles de producción -ó ventas- a lo largo del tiempo. Por consiguiente, el valor de las ventas es una función lineal de los precios de venta unitarios y de las cantidades vendidas.

e. Todos los datos vendrán referidos a un ejercicio económico determinado. En concreto, se tomará como año de referencia, 1987.

Una vez establecidas las condiciones anteriores, y conociendo qué productos se obtendrán a partir de cada uno de los dos procesos y el precio de venta de cada uno de ellos se puede

proceder a la evaluación económica del proceso de conversión del carbón para el año 1987. Ante todo es necesario indicar que no se pueden establecer rígidamente las proporciones de productos líquidos que se obtendrán a partir de una materia prima determinada, puesto que puede haber un margen de fluctuación del orden de $\pm 10\%$, dependiendo del tipo de proceso empleado (presión, temperaturas, etc.) y del tipo de materia prima utilizada (carbón térmico, siderúrgico, lignito, etc.):

a. Los productos obtenidos a partir del carbón una vez aplicado el proceso H-Coal, están recogidos en el Cuadro 6 -primera columna-.

b. Con respecto a los productos que se pueden obtener a partir de un proceso de destilación y refinamiento del crudo, es preciso señalar que los métodos, equipos e instalaciones de trabajo utilizados en las refinerías, ejercen una influencia decisiva sobre el rendimiento y composición de las fracciones de destilación de las mismas. Las instalaciones con rendimiento elevado en nafta, por ejemplo, disponen de refinamiento por hidrocrqueo, mientras que otras están dispuestas para obtener en proporción elevada fueloil. Para los fines de este estudio, se distinguen dos tipos de procesos: A y B, siendo, A, el método de elaboración convencional, definido por la simple destilación a presión ordinaria del petróleo, que proporciona del orden del 20 al 25 % de nafta y B, el proceso de conversión de subproductos por hidrocrqueo, en cuyo caso el rendimiento de naftas se puede elevar hasta el 55 % -columnas 2 y 3 respectivamente del cuadro 6-.

Los productos obtenidos tras la aplicación del proceso H-Coal, junto con el precio de venta de cada uno de ellos, permitirá calcular los ingresos unitarios de ventas de la planta de conversión del carbón (100,89 \$/tm) -habida cuenta de que el volumen de producción es igual al volumen de ventas-. De igual forma, los productos obtenidos en los procesos de destilación y refinamiento del petróleo: A -convencional- y B -con hidrocrqueo-, junto con sus respectivos

precios de venta, determinan los ingresos unitarios de ventas de una refinería de petróleo (180 \$/tn).

CUADRO 6: Rendimientos líquidos obtenidos a partir del proceso H-Coal y de los procesos de refino de petróleo A y B.

PRODUCTOS	% CARBON H - COAL	% PETROLEO	
		A	B
GLP (Butano y Propano)	10,13	3,03	4,49
Nafta (C ₄ - 400·F)	17,82	20,40	50,04
Fueloil ligero (400 - 650·F)	19,46	23,00	29,04
Residuos:			
Fueloil pesado(650 - 975·F)	7,60	49,54	13,11
Fueloil > 975·F	18,11	-----	-----
Carbón no convertido	5,57	-----	-----
Amoniaco	1,03	-----	-----
Azufre	2,52	-----	-----
Cenizas	10,97	-----	-----
Agua	6,34	-----	-----
Aceites base y Lubricantes	---	0,97	0,34
Asfaltos	---	2,30	1,26
Coke de petróleo	---	-----	0,11
Otros Productos	---	0,76	1,61
	100,00	100,00	100,00

Conociendo que la Rentabilidad de los Capitales Invertidos ha de estar comprendida entre el 15 y el 25 %, que es la que se obtiene en términos generales en la industria del petróleo en España y asumiendo la rentabilidad más elevada, es decir el 25%, que tiene que ser igual en la industria carboquímica, se puede determinar, para esta última el MUP para esa rentabilidad (MUP_2).

Se obtienen entonces dos Márgenes Unitarios de Producción :

- (MUP_1) = 23,44 \$/tm, que es el que se obtiene directamente del proceso H - Coal, y que supondría una rentabilidad de los capitales invertidos del 3,60%.
- (MUP_2) = 67,02 \$ / tm, que es el que se debería obtener con el proceso H-Coal para conseguir cubrir una rentabilidad de los capitales invertidos del 25 % .

La diferencia entre ambos márgenes es de 43,58 \$/tm o lo que es igual 6,93 \$ / barril, cantidad que tendría que añadirse a los ingresos unitarios que se obtienen de la venta de los productos derivados de la hidrogenación directa del carbón, para que se pudiera cubrir la rentabilidad deseada de los capitales invertidos, es decir, el 25 %. Ello será posible en la medida en que los precios del MIX o mezcla de los productos obtenidos, se incrementen en un 43,21 % (43,58 \$/tm / 100,89 \$/tm), modificación que a su vez afectará al Margen Unitario de Producción. Trás la modificación de precios, el nuevo Margen es igual al que se debería obtener si se persigue una Rentabilidad del Capital del 25 %. Es decir, que (MUP_3) = (MUP_2).

Llegados a este punto, es necesario señalar que la variación en los precios de los productos energéticos que hace que los dos procesos sean equivalentes, es decir, cubran una rentabilidad del capital del 25% de las inversiones, se debe única y exclusivamente a incrementos en el precio del barril del petróleo, ya que los costes de transformación son los mismos antes y

después de la modificación de los precios o, en todo caso su variación no alterará de forma apreciable a los resultados del estudio. Igual ocurre con el coste del carbón.

Se ha determinado el MUP que iguala ambos procesos, pero lo que se desea conocer es el precio del barril de petróleo que haría rentable la planta carboquímica:

El precio medio del barril de petróleo en España para el año 1987 fue de 22,02 \$, o lo que igual de 138,50 \$ / tm. Para determinarlo se ha calculado la media anual ponderada de los precios de los crudos más representativos, esto es, de los importados de los países de la OPEP -Arabia Sudí, Argelia, Libia, Venezuela, Irán, Irak, Emiratos Árabes Unidos, Nigeria-, más Méjico, Egipto, Reino Unido, URSS y otros, datos todos ellos que han sido obtenidos del Boletín Estadístico del Petróleo.

Este precio debería incrementarse en una cantidad igual a la diferencia entre el precio de venta del MIX o mezcla de productos obtenidos de la destilación y refinamiento del petróleo, y el que se obtiene una vez realizado el ajuste correspondiente en todos los productos energéticos. La diferencia es de 78 \$/tm, o lo que es igual de 12,4 \$/barril, que añadidos a los 22,02 \$ que costaba el barril en 1987, se convierten en 34,42 \$/barril.

4. RESULTADOS DEL PROCESO

El principal resultado que se desprende de este trabajo es que si los precios del petróleo se elevaran por encima de 34 \$/barril (\$-1987), en el caso de que se deseara obtener una rentabilidad de la inversión del 25 %, la producción de combustibles líquidos a partir del carbón, sería una alternativa viable, no sólo desde una perspectiva técnica, sino también desde un punto de vista económico.

Pero éste no es necesariamente el único precio que se puede mostrar, ya que se han tenido en cuenta otros escenarios que recojan otras posibilidades (véase Cuadro 7).

CUADRO 7: Precios del petróleo en los escenarios considerados (US \$-1987)

Tasa de Rentabilidad de la Inversión	Precio del barril en \$ - 1987	
	Sin subvención	Con subvención 30%
15 %	26,79	23,29
25 %	34,42	28,70

FUENTE : Elaboración Propia.

1. En concreto, si la rentabilidad de la inversión fuera el 15 %, el precio de referencia sería **26,79 \$ / barril**.

2. Y si se contempla, en el marco de la Ley de Incentivos Regionales 50/1985 actualmente en vigor, una subvención a la Inversión Total del 30 %, que es la que se concede a las zonas de promoción económica tipo III, estos precios se verían rebajados, siempre refiriéndonos a dólares de 1987, a **28,70 \$** y **23,29 \$** por barril, con unas rentabilidades del 25 y 15 % respectivamente. Este es el resultado principal de este trabajo y también el más interesante, puesto que estos precios hacen que esta alternativa sea sumamente atractiva, sobre todo teniendo en cuenta que las estimaciones sobre el precio real del petróleo, sitúan a éste para el año 2010 alrededor de 30 \$ / barril o incluso precios más elevados (Dirección General de la Energía, Comisión de las Comunidades Europeas, 1990).

Retomando los planteado al iniciar este artículo, si diversificación y ahorro energético siguen siendo los elementos centrales de nuestra política energética, se puede proponer un nuevo objetivo intermedio, que se derivaría directamente de la puesta en funcionamiento de uno o varios complejos que utilizarasen el proceso de licuefacción del carbón que se ha detallado en este trabajo. En ellos se obtendrían los mismos productos que se obtienen de una refinería de petróleo, pero a partir de fuentes distintas, que es una forma de reducir la dependencia del petróleo, o lo que es igual de diversificar las fuentes de aprovisionamiento. De este modo, el consumo final de productos derivados del petróleo podría permanecer estable e incluso aumentar y, sin embargo, nuestra dependencia de un sólo recurso energético se vería enormemente reducida. En concreto, una planta que produzca 50.000 barriles/día, reduciría nuestras importaciones de petróleo -que en 1987 fueron de 748.725 millones de pesetas- en un 6%.

Una vez más es necesario llamar la atención sobre el hecho de que un mayor crecimiento económico en las próximas décadas, podría implicar nuevas tensiones energéticas. Además podrían producirse acontecimientos imprevistos que agudizaran dichas tensiones y que tuvieran un fuerte impacto tanto en el escenario energético europeo como en el mundial, entre los que podemos destacar la incertidumbre sobre la energía nuclear y su debate económico y político, un nuevo impacto petrolero que implicara fuertes elevaciones en los precios como consecuencia de inesperados acontecimientos políticos en el Oriente Medio o una repentina discontinuidad en las exportaciones soviéticas de energía. Los acontecimientos acaecidos recientemente en la Europa del Este, los del Golfo Pérsico y los que previsiblemente pueden ocurrir en Sudáfrica, también deben ser tenidos en cuenta. Todo ello introduce un clima de incertidumbre en el mundo energético que es preciso tener muy presente, sobre todo en un momento en que los recursos propios -como el carbón-, son puestos en tela de juicio.

Finalmente, sólo cabe añadir, que las preocupaciones suscitadas por la energía nuclear y la orientación de las políticas nacionales hacia una reducción de la utilización del petróleo importado influirán de forma decisiva sobre la decisión de utilizar más carbón y, en consecuencia, sobre las políticas tecnológicas, que se orientarán hacia los posibles aprovechamientos de este mineral. Muchos países ya han iniciado importantes esfuerzos de investigación en este campo. Es el caso de Bélgica, Alemania, Dinamarca, el Reino Unido, Suecia y Turquía que cuentan con importantes programas de I + D en el campo de la energía y, en concreto, con programas dedicados a un mejor aprovechamiento del carbón.

BIBLIOGRAFIA

1. COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1988): La energía en Europa. El mercado interior de la energía, DG XVII, Bruselas.
2. DESPRAIRIES, P.C., BOY de la TOUR, X. y LACOUR, J.J. (1986): "La progresiva movilización de los recursos petrolíferos: Un factor encaminado a asegurar incrementos moderados de precios", Información Comercial Española nº 634, Junio.
3. EPRI (Electric Power Research Institute) (1984): H - Coal and Coal - to - Methanol Liquefaction Processes: Process Engineering Evaluation, Stone & Webster Engineering Corporation, Final Report, Noviembre.
4. GARCIA ALONSO, J.Mª. e IRANZO, M. (1988): La energía en la economía mundial y en España, AC, Madrid.
5. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (1987): Coal Information Report 1987, OCDE, Paris.

6. MARAVALL, F. (1989): "La política energética" en España 1988. Un Balance. Revista Economistas nº 35, Colegio de Economistas de Madrid, Madrid.

7. PERCEBOIS, J. (1989): Economie de l'energie. Économica, Paris.

8. SCHERER, F.M. (1973): Industrial Market Structure and Economic Performance. Rand McNally & Company, Chicago.

**DOCUMENTOS DE
TRABAJO**

**FACULTAD DE CC.
ECONOMICAS Y
EMPRESARIALES**

Doc. 001/1988

JUAN A. VAZQUEZ GARCIA.- Las intervenciones estatales en la minería del carbón.

Doc. 002/1988

CARLOS MONASTERIO ESCUDERO.- Una valoración crítica del nuevo sistema de financiación autonómica.

Doc. 003/1988

ANA ISABEL FERNANDEZ ALVAREZ; RAFAEL GARCIA RODRIGUEZ; JUAN VENTURA VICTORIA.- Análisis del crecimiento sostenible por los distintos sectores empresariales.

Doc. 004/1988

JAVIER SUAREZ PANDIELLO.- Una propuesta para la integración multijurisdiccional.

Doc. 005/1989

LUIS JULIO TASCON FERNANDEZ; JOSE MANUEL DIEZ MODINO.- La modernización del sector agrario en la provincia de León.

Doc. 006/1989

JOSE MANUEL PRADO LORENZO.- El principio de gestión continuada: Evolución e implicaciones.

Doc. 007/1989

JAVIER SUAREZ PANDIELLO.- El gasto público del Ayuntamiento de Oviedo (1982-88).

Doc. 008/1989

FELIX LOBO ALEU.- El gasto público en productos industriales para la salud.

Doc. 009/1989

FELIX LOBO ALEU.- La evolución de las patentes sobre medicamentos en los países desarrollados.

Doc. 010/1990

RODOLFO VAZQUEZ CASIELLES.- Investigación de las preferencias del consumidor mediante análisis de conjunto.

Doc. 011/1990

ANTONIO APARICIO PEREZ.- Infracciones y sanciones en materia tributaria.

Doc. 012/1990

MONTSERRAT DIAZ FERNANDEZ; CONCEPCION GONZALEZ VEIGA.- Una aproximación metodológica al estudio de las matemáticas aplicadas a la economía.

Doc. 013/1990

EQUIPO MECO.- Medidas de desigualdad: un estudio analítico

Doc. 014/1990

JAVIER SUAREZ PANDIELLO.- Una estimación de las necesidades de gastos para los municipios de menor dimensión.

Doc. 015/1990

ANTONIO MARTINEZ ARIAS.- Auditoría de la información financiera.

Doc. 016/1990

MONTSERRAT DIAZ FERNANDEZ.- La población como variable endógena

Doc. 017/1990

JAVIER SUAREZ PANDIELLO.- La redistribución local en los países de nuestro entorno.

Doc. 018/1990

RODOLFO GUTIERREZ PALACIOS; JOSE MARIA GARCIA BLANCO.- "Los aspectos invisibles" del declive económico: el caso de Asturias.

Doc. 019/1990

RODOLFO VAZQUEZ CASIELLES; JUAN TRESPALACIOS GUTIERREZ.- La política de precios en los establecimientos detallistas.

Doc. 020/1990

CANDIDO PAÑEDA FERNANDEZ.- La demarcación de la economía (seguida de un apéndice sobre su relación con la Estructura Económica).

Doc. 021/1990

JOQUIN LORENCES.- Margen precio-coste variable medio y poder de monopolio.

Doc. 022/1990

MANUEL LAFUENTE ROBLEDO; ISIDRO SANCHEZ ALVAREZ.- El T.A.E. de las operaciones bancarias.

Doc. 023/1990

ISIDRO SANCHEZ ALVAREZ.- Amortización y coste de préstamos con hojas de cálculo.

Doc. 024/1990

LUIS JULIO TASCON FERNANDEZ; JEAN-MARC BUIGUES.- Un ejemplo de política municipal: precios y salarios en la ciudad de León (1613-1813).

Doc. 025/1990

MYRIAM GARCIA OLALLA.- Utilidad de las teorías de las opciones para la administración financiera de la empresa.

Doc. 026/1991

JOAQUIN GARCIA MURCIA.- Novedades de la legislación laboral (octubre 1990 - enero 1991)

Doc. 027/1991

CANDIDO PAÑEDA.- Agricultura familiar y mantenimiento del empleo: el caso de Asturias.

Doc. 028/1991

PILAR SAENZ DE JUBERA.- La fiscalidad de planes y fondos de pensiones.

Doc. 029/1991

ESTEBAN FERNANDEZ SANCHEZ.- La cooperación empresarial: concepto y tipología (*)

Doc. 030/1991

JOAQUIN LORENCES.- Características de la población parada en el mercado de trabajo asturiano.

Doc. 031/1991

JOAQUIN LORENCES.- Características de la población activa en Asturias.

Doc. 032/1991

CARMEN BENAVIDES GONZALEZ.- Política económica regional

Doc. 033/1991

BENITO ARRUÑADA SANCHEZ.- La conversión coactiva de acciones comunes en acciones sin voto para lograr el control de las sociedades anónimas: De cómo la ingenuidad legal prefigura el fraude.

Doc. 034/1991

BENITO ARRUÑADA SANCHEZ.- Restricciones institucionales y posibilidades estratégicas.

Doc. 035/1991

NURIA BOSCH; JAVIER SUAREZ PANDIELLO.- Seven Hypotheses About Public Chjoice and Local Spending. (A test for Spanish municipalities).

Doc. 036/1991

CARMEN FERNANDEZ CUERVO; LUIS JULIO TASCÓN FERNANDEZ.- De una olvidada revisión crítica sobre algunas fuentes histórico-económicas: las ordenanzas de la gobernación de la cabecera.

Doc. 037/1991

ANA JESUS LOPEZ; RIGOBERTO PEREZ SUAREZ.- Indicadores de desigualdad y pobreza. Nuevas alternativas.

Doc. 038/1991

JUAN A. VAZQUEZ GARCIA; MANUEL HERNANDEZ MUÑIZ.- La industria asturiana: ¿Podemos pasar la página del declive?.

Doc. 039/1992

INES RUBIN FERNANDEZ.- La Contabilidad de la Empresa y la Contabilidad Nacional.

Doc. 040/1992

ESTEBAN GARCIA CANAL.- La Cooperación interempresarial en España: Características de los acuerdos de cooperación suscritos entre 1986 y 1989.

Doc. 041/1992

ESTEBAN GARCIA CANAL.- Tendencias empíricas en la conclusión de acuerdos de cooperación.

Doc. 042/1992

JOAQUIN GARCIA MURCIA.- Novedades en la Legislación Laboral.

Doc. 043/1992

RODOLFO VAZQUEZ CASIELLES.- El comportamiento del consumidor y la estrategia de distribución comercial: Una aplicación empírica al mercado de Asturias.

Doc. 044/1992

CAMILO JOSE VAZQUEZ ORDAS.- Un marco teórico para el estudio de las fusiones empresariales.

Doc. 045/1992

CAMILO JOSE VAZQUEZ ORDAS.- Creación de valor en las fusiones empresariales a través de un mayor poder de mercado.

Doc. 046/1992

ISIDRO SANCHEZ ALVAREZ.- Influencia relativa de la evolución demográfica en le futuro aumento del gasto en pensiones de jubilación.

Doc. 047/1992

ISIDRO SANCHEZ ALVAREZ.- Aspectos demográficos del sistema de pensiones de jubilación español.

Doc. 048/1992

SUSANA LOPEZ ARES.- Marketing telefónico: concepto y aplicaciones.

Doc. 049/1992

CESAR RODRIGUEZ GUTIERREZ.- Las influencias familiares en el desempleo juvenil.

Doc. 050/1992

CESAR RODRIGUEZ GUTIERREZ.- La adquisición de capital humano: un modelo teórico y su contrastación.

Doc. 051/1992

MARTA IBAÑEZ PASCUAL.- El origen social y la inserción laboral.

Doc. 052/1992

JUAN TRESPALACIOS GUTIERREZ.- Estudio del sector comercial en la ciudad de Oviedo.

Doc. 053/1992

JULITA GARCIA DIEZ.- Auditoría de cuentas: su regulación e la CEE y en España. Una evidencia de su importancia.

Doc. 054/1992

SUSANA MENENDEZ REQUEJO.- El riesgo de los sectores empresariales españoles: rendimiento requerido por los inversores.

Doc. 055/1992

CARMEN BENAVIDES GONZALEZ.- Una valoración económica de la obtención de productos derivados del petroleo a partir del carbón

Doc. 056/1992

IGNACIO ALFREDO RODRIGUEZ-DEL BOSQUE RODRIGUEZ.- Consecuencias sobre el consumidor de las actuaciones bancarias ante el nuevo entorno competitivo.

Doc. 057/1992

LAURA CABIEDES MIRAGAYA.- Relación entre la teoría del comercio internacional y los estudios de organización industrial.

Doc. 058/1992

JOSE LUIS GARCIA SUAREZ.- Los principios contables en un entorno de regulación.

Doc. 059/1992

M^a JESUS RIO FERNANDEZ; RIGOBERTO PEREZ SUAREZ.- Cuantificación de la concentración industrial: un enfoque analítico.