

CONYUNTURA ENERGETICA PLAN ENERGETICO NACIONAL

Por ALEJANDRO DEL CAMPO
JOSE MARIA FLUXA
JUAN RUIZ

Ings. de Caminos, Canales y Puertos.

En gran proporción, el bienestar de la Humanidad está basado en la utilización por el hombre de energía ajena a su organismo. Si el hombre dependiera, exclusivamente, del calor producido en su cuerpo y del trabajo y movilidad proporcionados por sus propias fuerzas, hubiera quedado en condiciones desventajosas en su competencia con otros seres vivientes y solamente habría podido sobrevivir en las regiones cuyas condiciones climatológicas y biológicas fueran favorables. Puede afirmarse que una de las manifestaciones más terminantes de la racionalidad del hombre es la utilización de la energía exterior, que le ha permitido habitar en ambientes hostiles, ha incrementado notablemente su movilidad, y no sólo le ha liberado en gran parte de su esfuerzo físico, sino que le ha proporcionado multitud de recursos que le hacen la vida menos penosa. Es posible que en los últimos años una parte de la Humanidad haya abusado en el empleo de los recursos energéticos que la naturaleza y los progresos tecnológicos y económicos han puesto a su disposición, lo que ha conducido al derroche de la energía o al menosprecio de su utilidad.

El progreso en los procedimientos para utilizar la energía, en su demanda para nuevos usos, fue lento hasta muy adelantado el siglo XIX, rápido a partir de los últimos años de dicho siglo y se ha desbocado desde que se superó la primera mitad de este siglo. No es fácil evaluar la energía que utilizaba la Humanidad en tiempos pasados, pero puede estimarse que los países industrializados consumen en la actualidad de diez a doce veces más energía que hace un siglo. La demanda energética crece actualmente a un ritmo superior al del crecimiento de entonces.

En aquella época, aun en los países industrializados, las dos terceras partes de la fuerza motriz procedía de motores de sangre (como decían los antiguos libros de texto), o sea, de hombres y animales de tiro, mientras

en conjunto la mayor parte de la energía era proporcionada por la combustión de la madera; en aquella época la utilización del carbón avanza rápidamente, convirtiéndose en la fuente energética principal de los últimos decenios del siglo pasado, predominio que mantuvo hasta la mitad del actual.

Cuando la expansión industrial estaba en su apogeo, a finales del siglo pasado, apoyada en la extracción creciente de carbón, se comenzaron a utilizar los combustibles fósiles líquidos; y se inició la aplicación de la electricidad, primeramente para el alumbrado, más adelante como fuerza motriz, fuente calorífica y, finalmente, en innumerables usos.

La aplicación del petróleo, más fácil de manejar y económico para transportar que los combustibles sólidos, fue desplazando a éstos; primeramente en los nuevos medios de transporte; después también en los tradicionales, en la producción directa del vapor y en diversos procesos industriales.

A partir de la mitad de este siglo, el petróleo se ha convertido en la principal fuente energética de la Humanidad, mientras la producción de carbón se ha estacionado, e incluso retrocedido; pareciendo que llegaría a desaparecer, como antes sucedió con la madera. Esta retirada hubiese sido un error, pues es un recurso energético con el que siempre habrá que contar por su relativa abundancia en el mundo, además de su conexión con muchas de las grandes concentraciones industriales, que fueron localizadas por la disponibilidad de carbón a distancias asequibles.

El consumo actual de energía en los países de la OCDE (Europa occidental, Norteamérica, Japón y Australia), parece cifrarse cerca de 4.000 millones de toneladas equivalentes de petróleo. El 18 por 100 procede de combustibles sólidos, el 53 por 100 del petróleo, el 20,5 por 100 del gas natural, el 6,5 por 100 de energía hidroeléctrica (contabilizada en función de la

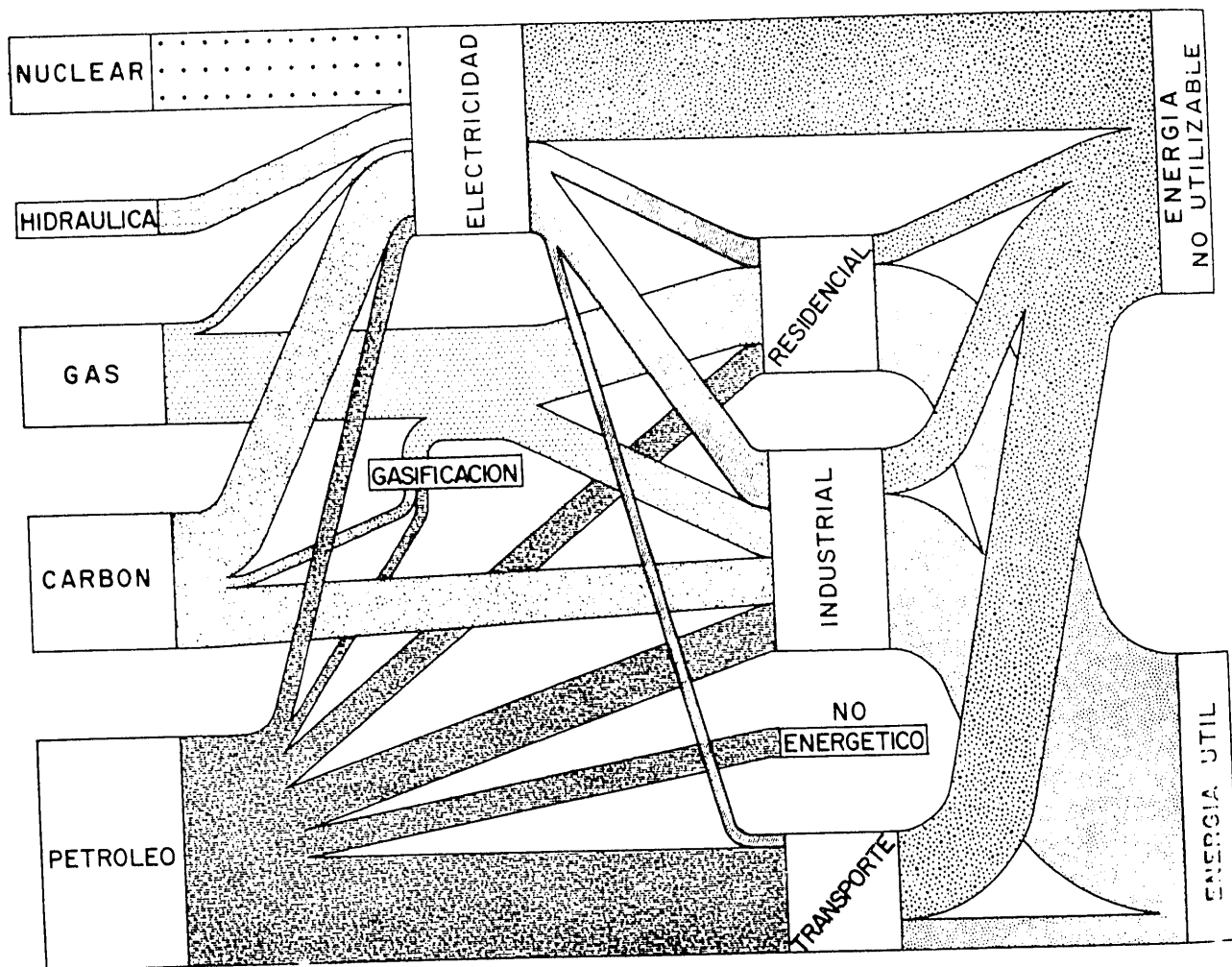
energía térmica que sería necesaria para producir la misma cantidad de electricidad), y una participación reciente de la energía nuclear del orden del 2 por 100, aunque, debido a su rápido desarrollo, se espera alcanzar pronto el 7 por 100. Puede observarse que una inmensa proporción de la producción energética descansa sobre la utilización de los combustibles fósiles (más del 90 por 100) y especialmente sobre el petróleo; que son materiales acumulados en un proceso de muchos millones de años y con interesantes aplicaciones como materias primas no energéticas.

A continuación se analiza la evolución del sector energético en todo el mundo, durante los últimos años, que ha conducido a la situación crítica actual.

Hasta el decenio que comienza en el año 1960, el abastecimiento energético del mundo se desarrolló normalmente. Nuevas fuentes de

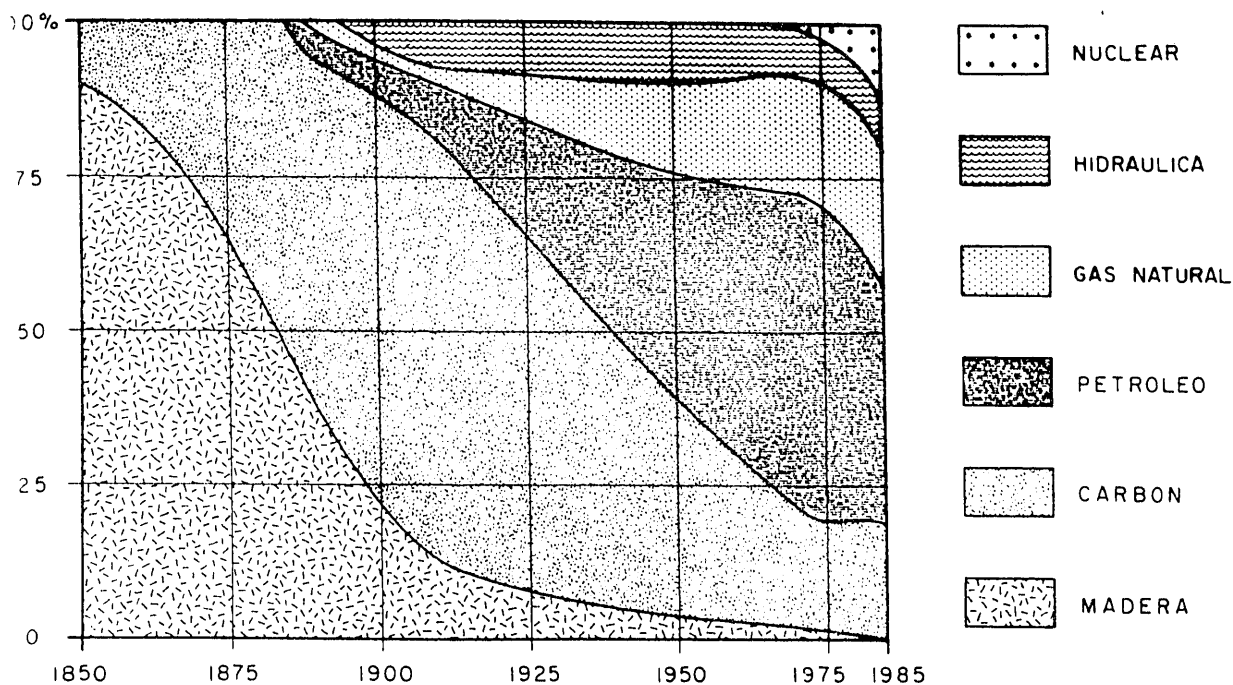
energía iban desplazando paulatinamente a otras menos económicas o en vías de agotamiento y se introducían innovaciones tecnológicas que, con las economías de escala, hacían mantenerse o decrecer en moneda constante los costes de la energía. Hasta esta época, a mayor parte de los países sólo dependía del exterior en una pequeña proporción en su abastecimiento energético, que estaba diversificado entre varias fuentes de energía.

El petróleo procedente de los países árabes comenzó a desplazar a otros recursos energéticos, ya que en muchas zonas el coste de la extracción del petróleo es muy bajo, su transporte en grandes petroleros es barato y no existía política de conservación de recursos. La energía producida a partir del petróleo resultaba barata, en comparación con otras fuentes energéticas y en comparación con el costo creciente de otros productos y de la mano de obra.



Previsión de los flujos de energía en el mundo para 1985.

EVOLUCION MUNDIAL



Participación porcentual de diversas fuentes de energía.

El petróleo desplazó al carbón de las calefacciones y de los transportes ferroviarios y marítimos. En muchos países se redujo su extracción, limitando su uso prácticamente al consumo de las centrales termoeléctricas y a las aplicaciones siderúrgicas. Incluso muchas centrales eléctricas proyectadas para utilizar carbón fueron transformadas para quemar fuel-oil.

La competencia del petróleo importado a bajos precios hizo que no se incrementase la extracción en los Estados Unidos de Norteamérica y disminuyese la intensidad de las investigaciones para encontrar nuevos yacimientos.

Los recursos hidroeléctricos de la mayor parte de los países industriales estaban bastante desarrollados; pero se habrían aprovechado hasta su agotamiento si los precios de la energía hubieran subido palatinamente. La política de energía barata basada en la importación de petróleo cortó prematuramente los programas de su utilización exhaustiva.

Con esta evolución, la situación mundial en el campo de la energética ha vivido una drástica discontinuidad en los tiempos recientes; discontinuidad que, si aparece clara y definitiva en cuanto a la ruptura con el pasado y al marco de su desenvolvimiento presente, no lo es en

cuanto a las perspectivas que habrán de configurar el escenario del desarrollo futuro.

Es cierto que la situación final, la denominada crisis energética, ha tenido su origen e incluso su desarrollo en una serie de concausas, de las que sólo algunas pueden considerarse endógenas al propio sector. Así, los aspectos de falla del sistema monetario internacional, crisis en el contrato de relación entre países, incremento de las tensiones producidas por el crecimiento del gradiente social entre las distintas naciones, como consecuencia de la proximidad que impone el perfeccionamiento y difusión de los medios de comunicación, son tan determinantes de esta situación como el encarecimiento de los crudos, factor básico en la crisis petrolífera. Y esta crisis del petróleo es tanto como decir crisis energética, si se tiene en cuenta que, gracias al aprovisionamiento barato y sostenido de petróleo, este recurso figuraba con niveles de participación de entre el 60 y 70 por 100 de todos los consumos energéticos de los países industrializados.

Los aspectos que comentamos, así como su interrelación evidente, con repercusiones en el campo estrictamente político que podrían explicar determinadas actitudes en la crisis energé-

tica, configuran una situación que en cualquier caso supone un punto de partida de cara a la evolución futura. Cara a esa evolución se presenta una amplia gama de alternativas; unas que ya cabe imaginar y, sin duda, otras que en estos momentos aparecen ocultas y que pueden constituir una solución definitiva. En los extremos de esta gama están, por una parte, la postura de crecimiento cero y las teorías malthusianas; en definitiva, la congelación del progreso material y el crecimiento demográfico como medio de preservar el ecosistema. En el otro extremo, la postura optimista, confiando en la capacidad de inventiva y superación de la especie humana, que ha de encontrar, una vez más, respuesta a los problemas de subsistencia; que en este caso consistiría en hallar nuevas fuentes de energía asequibles, seguras y no contaminantes.

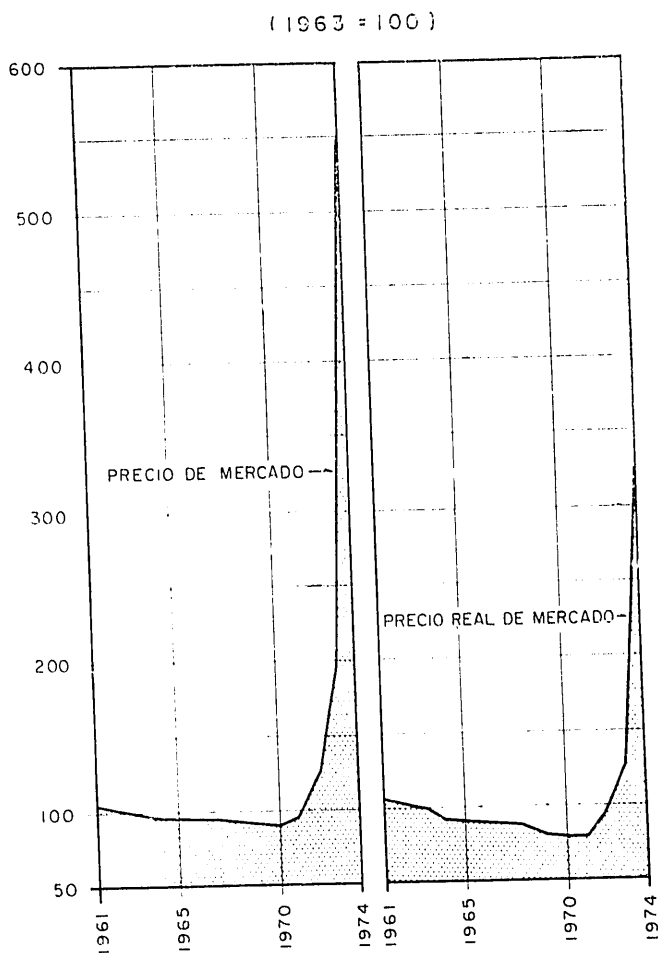
Lo que vaya a ser el futuro está fuera del marco del análisis; pero partiendo de la situación actual, lo cierto, lo ineluctable es que cual-

quier alternativa debe ser tomada conscientemente, seguida sin agobios y planteada con determinación, si no se quieren poner en peligro los logros ya consolidados por la Humanidad. Estos logros, en definitiva, son los que nos permiten plantear en términos de suficiencia la definición del propio futuro, cuando históricamente son recientes los tiempos en que el ser humano vagaba amedrentado por la corteza de este pequeño planeta, a veces áspero y difícil.

El aprovisionamiento energético se ha constituido en factor básico de las formas de vida que entendemos constituyen la aspiración de desarrollo de la sociedad humana. Como ya hemos dicho, es necesario disponer de energía abundante, garantizada; si no barata, al menos con una progresión de su costo consecuente con el crecimiento de las restantes variables económicas. Así se ha producido la crisis. En el momento en que el suministro del factor energético básico, el petróleo, ha perdido su garantía, incluso ha llegado a faltar en algunos países, ha surgido la duda en cuanto a su disponibilidad futura y, al mismo tiempo, el precio se ha multiplicado varias veces. Sin que sirva la consideración, por otra parte aceptable, de que el precio original era bajo y poco equitativo para los países productores.

El problema que se plantea inmediatamente es la falta de capacidad, o en el mejor de los casos, la dificultad, para absorber una importantísima partida desfavorable en el comercio exterior. Es indudable que no existen graves problemas para que lo que llamamos países desarrollados hagan un "hueco" a las gentes de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (O.P.E.P.), no muy numerosas ni desarrolladas, pero poseedoras de tan preciado recurso, en la mesa de los ricos del mundo. No existen graves dificultades, siempre que se haga de forma progresiva, y que posibilite el encaje y reacomodo de las diferentes economías.

Pero no es éste el problema; esto sólo es una parte; quedan otros países que no pertenecen ni a uno ni a otro grupo, entre los que en cierta medida, y afortunadamente sólo en cierta medida, se encuentra España, que carece de recursos propios y de la agresividad exportadora necesaria para repercutir los encarecimientos de sus importaciones. Aún más, el carácter limitado y no renovable de los recursos petrolíferos hace que la solución basada en su uso, admitidos todos los condicionantes expuestos, cons-



O.P.E.P. Precio del petróleo.

tit ya, en el mejor de los casos, una solución
sc o transitoria.

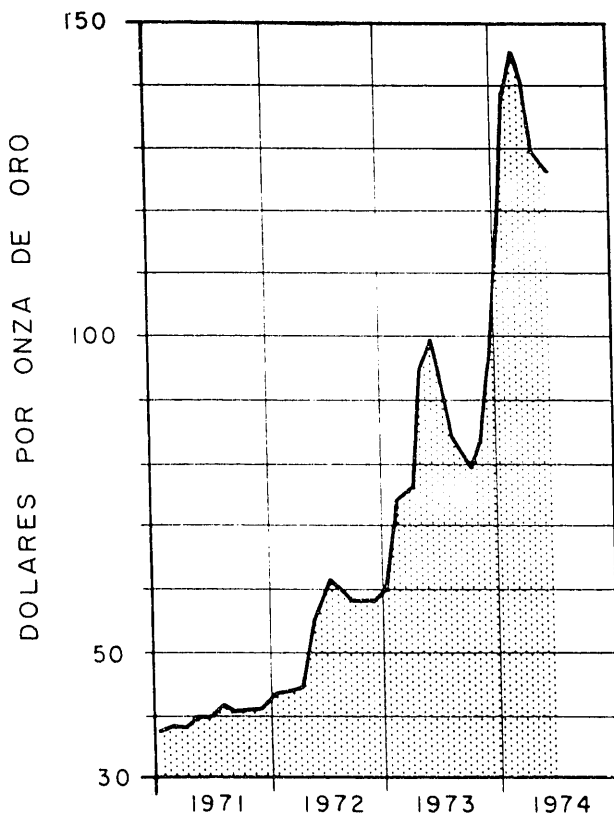
Las repercusiones que el alza en los precios
de petróleo ha de tener en las economías de
lo países importadores, son grandes; a tal
ex emo que para el conjunto de los países de
la O.C.D.E. representan un 4 por 100 del pro-
du. to interior bruto.

La transferencia de recursos de los países
co sumidores a los países productores agrupa-
do. en la O.P.E.P., determina un doble impacto
ca. az de alterar profundamente el *status* eco-
nómico mundial, tanto por causa de las deseco-
nomías generadas en los países importadores
de petróleo, como por los excedentes financie-
ros absolutamente imposibles de absorber por
las estructuras socioeconómicas de los países
productores.

Ante esta situación, todos los países han
desarrollado, en sus diferentes ámbitos, estu-
dios conducentes a promover esquemas de ac-
tuación que permitan formular políticas a me-
dio y largo plazo capaces de lograr que estas
situaciones no tengan un carácter repetitivo. Ya
que, a muy corto plazo, se ha visto la escasa
capacidad de maniobra y que la casi única al-
ternativa es plegarse a las exigencias de los
países productores.

Como conclusión de todos estos estudios, el
consenso más generalizado es que, admitiendo
por supuesto que las consecuencias inmediatas
o a más largo plazo de la crisis energética se-
rán muy distintas y de muy diferente encaje para
unos u otros países, los objetivos generales de-
ben ser:

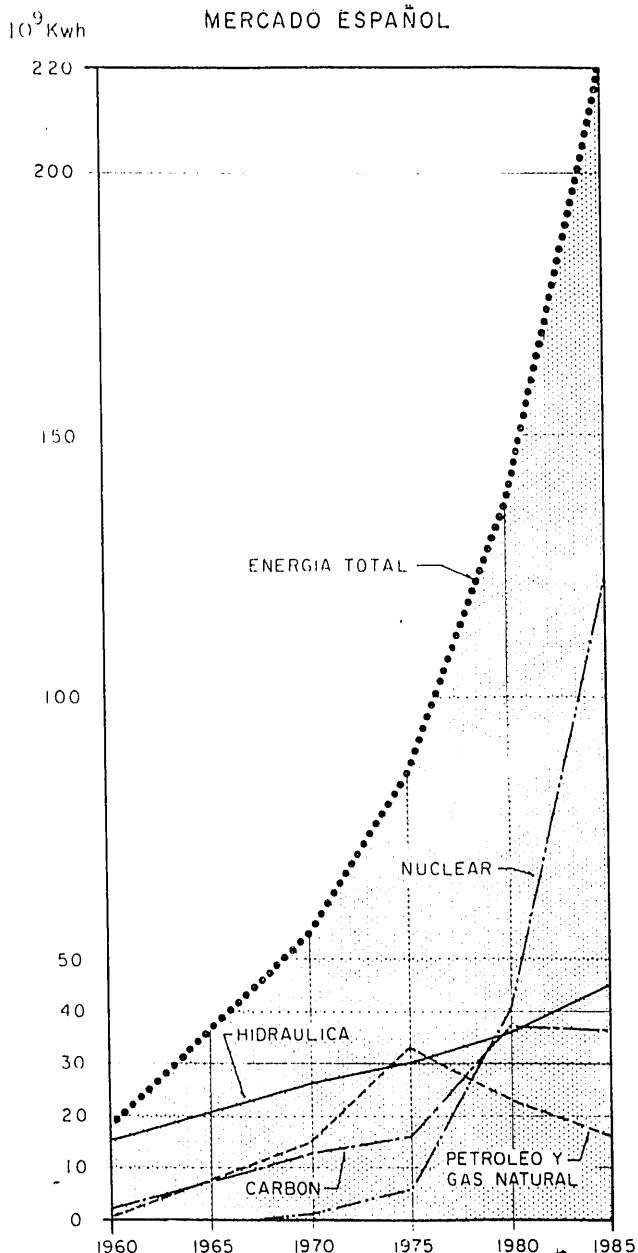
— Reducción del consumo. En primera ins-
tancia, mediante una racionalización de las po-
líticas energéticas. La situación precedente ha
estado marcada por un auténtico despilfarro de
energía, como consecuencia fundamentalmente
de las condiciones de ofertas de los productos
petrolíferos. Todas las opiniones son que el
simple planteamiento de unas políticas razona-
ble eficaces, que para nada alteren el estándar
de vida, ni impliquen la utilización de nue-
vas tecnologías, permitirán reducciones de en-
tre el 10 y el 20 por 100 del consumo energé-
tico total según los diferentes países y su nivel
de gasto específico. Ciertamente, aquellos paí-
ses de grandes consumos encontrarían mayo-
res posibilidades para el logro de ahorros sus-
tanciales.



Evolución de la inflación mundial.

— Coordinación de las políticas de abaste-
cimiento. Esto entra dentro del ámbito más am-
plio del establecimiento de un nuevo contrato o
sistema de funcionamiento o relaciones eco-
nómicas entre países. No cabe duda de que si
la O.P.E.P. y la crisis petrolífera han sido, a
distancia, las más notorias en su género, su
misma problemática alcanzará a todas las ma-
terias primas en mayor o menor plazo e, incluso,
a un recurso cada vez más fundamental como
es la importación de mano de obra. Por tanto,
en general, y en particular en el sector de la
energía, se impone la coordinación de políticas
entre países destinadas a lograr, dentro de
unos términos de equidad, evoluciones progre-
sivas de costes y demandas, de tal manera que
no se produzcan situaciones de discontinuidad
con grave perjuicio generalizado.

— Revalorización de las fuentes de energía
autóctonas y tradicionales, como pueden ser los
recursos hidroeléctricos, el carbón, los recur-
sos petrolíferos y de gas indígenas, últimamente
descuidados en su explotación como conse-
cuencia de la imposible competencia con los
precios internacionales del petróleo marcados



Evolución de la generación eléctrica a partir de las energías primarias.

fundamentalmente a la baja por los países del Golfo Pérsico.

— Investigación sobre nuevas fuentes de energía o nuevas tecnologías que permitan un mejor y más completo uso de los recursos ya conocidos y explotados.

— Implantación de nuevos procesos tecnológicos que permitan el sostenimiento de las actividades industriales con menores consumos de energía. En este campo las perspectivas son muy favorables, si se comparan los requerimientos

teóricos de diferentes procesos con los consumos reales. Resulta claro que existen amplias holguras para conseguir ahorros muy sustanciales.

— Mentalización a nivel de toda la ciudadanía en el sentido de que tome conciencia de la problemática que a su propio futuro plantea la creciente demanda de energía, las dificultades de relación entre países y la conservación del medio ambiente.

En definitiva, podemos resumir las conclusiones en una postura caracterizada por: la coordinación definitiva de esfuerzos, la intensificación en el uso de los recursos autóctonos, el propósito de ahorro como única alternativa a corto plazo, la utilización de la energía nuclear como solución única a medio plazo y la investigación profunda para el logro a largo plazo de soluciones definitivas y satisfactorias, tanto por su disponibilidad como por su nivel de repercusión ambiental.

En España, donde la demanda de energía primaria ha crecido con una tasa acumulativa del 9,3 por 100 anual, netamente superior a la registrada por ejemplo en el Mercado Común, y donde la dependencia exterior en cuanto a aprovisionamientos energéticos por insuficiencia de los recursos propios, es la más acusada característica del sector, las repercusiones de la crisis han sido lógicamente graves y con toda urgencia ha sido preciso arbitrar una política de actuación que se ha recogido en el Plan Energético Nacional.

El consumo energético, e incluso algunas de sus facetas, como el consumo eléctrico, tienen una manifiesta correlación universalmente admitida con el producto nacional bruto, P.N.B. con la renta per cápita o cualquiera de los indicadores macro-económicos. Las características de esta correlación son específicas, por supuesto, y en nuestro caso determinan unos consumos energéticos per cápita o una relación energía consumida/P.N.B., ligeramente inferiores a los de los países desarrollados, como consecuencia de la menor influencia en nuestra economía del sector industrial. No hay que olvidar que gran parte del crecimiento económico español se ha basado en las prestaciones del sector servicios (turismo) y en la exportación de mano de obra. Al mismo tiempo, las condiciones del clima benigno determinan unos

consumos inferiores para acondicionamiento térmico.

En el plan energético nacional se establecieron unos objetivos de carácter general que pueden resumirse en el logro del abastecimiento de mayor garantía, más económico, de menor dependencia con el exterior, menos contaminante y que implique el mayor uso de los recursos nacionales, tanto naturales como humanos. Esta declaración de propósitos va acompañada de mayores concreciones, absolutamente necesaria.

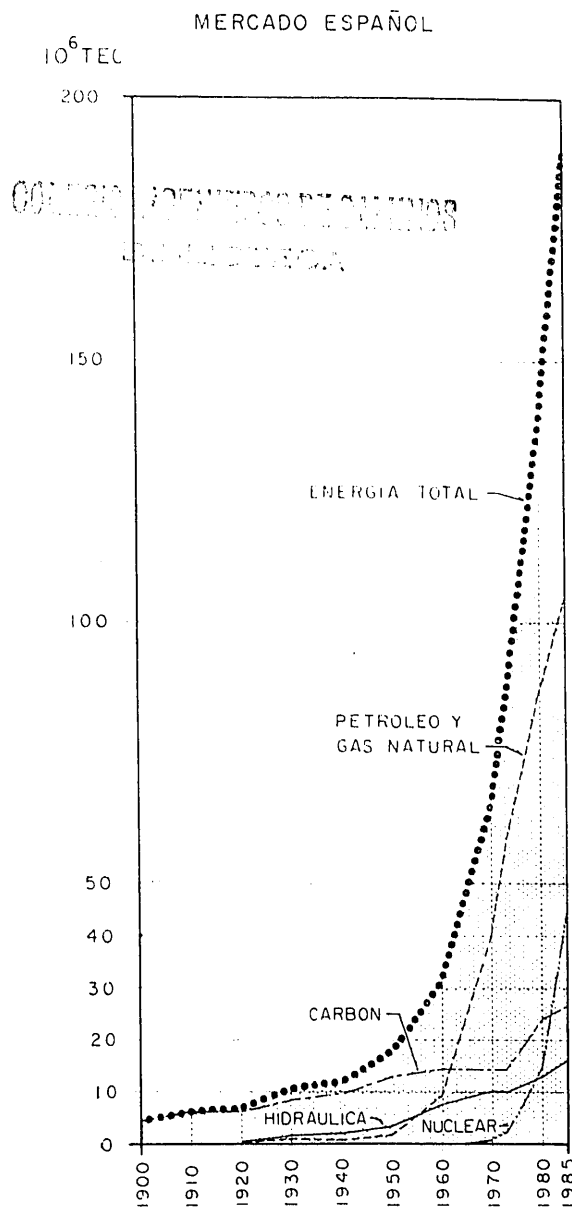
Estas concreciones se traducen en una limitación de las tasas de crecimiento en cuanto a consumo de energía, que se esperan situar para los próximos diez años entre el 6 y 7 por 100 acumulativos anuales, supuesta la hipótesis de crecimiento del P.N.B. a tasas del 5 al 6 por 100 anual. En incrementar la producción de recursos nacionales, llevando a extremos casi exhaustivos la utilización del potencial hidroeléctrico, bastante desarrollado en nuestro país; en fomentar las sustituciones de los productos petrolíferos en todos aquellos campos donde sea viable; en intensificar la prospección y búsqueda de petróleo y gas, tanto en territorio nacional como en países extranjeros mediante asociaciones en participación; y, fundamentalmente, como solución a corto plazo para reducir el impacto sobre la balanza de pagos del encarecimiento de los productos petrolíferos y la dependencia frente a situaciones políticas que han demostrado su clara inestabilidad, en recurrir al empleo intensivo de la energía nuclear: concretamente se prevé llevar a cabo la instalación de hasta 24.000 MW eléctricos para el año 1985.

Estas son las tendencias, estos son los propósitos; a más largo plazo se pretende fomentar la investigación y el desarrollo sobre tecnologías energéticas hoy consideradas exóticas o simplemente inaccesibles a su fase industrial. El mismo Plan señala la necesidad de algunas herramientas que proporcionen, coordinen y encaminen la suma de esfuerzos necesarios para el logro de estos objetivos, dentro de un marco que, entendemos, debe ser fundamentalmente ágil y estar presto a la utilización de las soluciones más diversas en esta etapa de transición, cuando no llega la puesta a punto de las soluciones que hoy se atisban como más definitivas y que son los reactores reproductores, la energía solar y la fusión nuclear.

No podemos olvidar el lugar donde escribimos estos comentarios, un tanto deshilvanados entre las premuras y los quehaceres, sobre la situación energética.

Desde el punto de vista profesional, y esta revista es el órgano de una profesión, tal vez haya que insistir más en las tecnologías que suponen incorporación de nuevos sistemas, que en las que suponen orden y coordinación en los sistemas tradicionales o simples actitudes de prudencia, economía o ¿por qué no decirlo?, civismo.

En este orden de cosas nos parece de excepcional interés la implantación, de una forma



Evolución de la demanda primaria.

decidida y masiva, de la tecnología nuclear en sus diferentes aspectos, que van desde las distintas técnicas de la generación actual de reactores hasta la fusión, pasando por los reactores de alta temperatura y los reproductores. Es ésta una actividad no futura, sino actual, cuyo presente va a ser sostenido durante largos años, posiblemente durante varias generaciones de profesionales que con el mismo, u otro un poco menos anacrónicos, nombre, vengán a desempeñar una función en la sociedad similar a aquella que nos esforzamos en cumplir cada día.

Hay campos que en España carecen de asignación específica; España es pobre en enseñanzas energéticas, no sabemos si como consecuencia o como complicidad de origen en su dependencia exterior; pero es lo cierto que únicamente la hidroelectricidad, y en esto hemos jugado un importante papel, ha tenido un desarrollo en nuestro país que pudiéramos calificar de primera clase. El resto es un campo abierto donde no hay parcela reservada ni exclusividades; pero donde habrá que esforzarse, si no queremos hacer perenne nuestra dependencia tecnológica actual.

Por otra parte, en aspectos muy concretos como selección de emplazamientos, ingeniería sísmica, sistemas de refrigeración, logística del transporte de combustible y desechos nucleares, obra civil, etc.; partimos con apreciable ventaja por sus concomitancias o vinculaciones con el hacer tradicional de nuestra ingeniería. Ello por no hablar de fuentes energéticas más exóticas como puede ser la eólica, la energía de las mareas, la de las olas, la geotérmica y la misma energía solar, en todas sus posibilidades térmicas o eléctricas. Todos ellos son campos de actuación abiertos y llenos de futuro, puesto que la respuesta a la crisis energética ha de venir sin duda de la investigación y el desarrollo, programados en etapas sucesivas que vayan recabando aportaciones cada vez más difíciles y que constituyan soluciones cada vez más definitivas. Así, y siguiendo el estudio sobre ciencia y tecnología para la energía, realizado por la O.C.D.E., a corto plazo son campos de actuación las mejoras de las técnicas de exploración y prospección en tierra y mar de combustibles fósiles, y el incremento de las profundidades de perforación, sobre todo en el mar, alejándose con timidez al principio y luego más decididamente de la plataforma continental. La utilización del carbón *in situ* mediante combus-

tión y el desarrollo de técnicas de purificación de los gases residuales.

En cuanto a la energía nuclear, el corto plazo parece definitivamente cubierto por las tecnologías actuales de reactores de agua ligera, si bien las previsiones de los futuros reactores de alta temperatura y de los reproductores dan alguna oportunidad —y aquí conviene estar alerta al valor comercial de las que surjan— a las técnicas que utilizan uranio natural. En cualquier caso, el ciclo de combustible parece el campo donde deben centrarse los esfuerzos de actuación a corto plazo.

Desgraciadamente no cabe esperar en un período breve, aportaciones sustantivas de recursos imprevistos, si bien cualquier aportación es interesante, cualquiera puede ser valiosa y ninguna contribución energética autóctona puede ser descartada en principio.

Cuando se aproxima uno a los recursos con los que se ha especulado, como los esquistos bituminosos, las arenas asfálticas, la energía geotérmica o la combustión de desechos orgánicos, la postura es de desencanto al comprobar el claro divorcio entre las inversiones exigidas y la contribución real a la solución del problema energético.

Como vectores de energía en los próximos años, el incremento de la participación de la electricidad es incuestionable. Es un valor admitido consecuencia tanto de las medidas anti-polución en los centros urbanos como de la imposición de la energía nuclear.

Finalmente, no hay que olvidar que si la política de ahorro tiene un límite y que si a muy corto plazo es la más eficaz, ya que no hay ninguna instalación que pueda realizarse con menor coste ni en menor plazo que aquélla que no se hace por haber reducido la demanda que iba a cubrir, lo cierto es que estas medidas no pueden tener la pretensión de efectos permanentes; lo que puede representar es un retraso de uno o dos años en los programas de equipamiento. No obstante, estas políticas, más que de ahorro de buena administración energética no constituyen una aportación puntual, sino que deben introducirse de una forma definitiva, pasando a ser la base de las acciones en el campo de la energía, donde cada vez más se impone la contemplación sistémica y conjunta de los problemas.

En una perspectiva un tanto más alejada, la que podríamos calificar de medio plazo, las

pectivas son más optimistas y se esperan los resultados importantes, si verdaderamente a su consecución se aplican los esfuerzos necesarios.

Los campos más idóneos se entienden que son las perspectivas de recursos fósiles, la tecnología de conversión del carbón y la fisión nuclear, donde los reactores supergeneradores y de alta temperatura han de entrar francamente en su etapa industrial.

Dentro de un alcance limitado, las soluciones basadas en recursos locales tienen su interés, y de ellas se esperan aportaciones no desdeñables. Nos referimos concretamente a las energías eólica, geotérmica, mareomotriz e incluso a algunos avances todavía tímidos en la transformación eléctrica de la energía solar.

A más largo plazo, se centran las esperanzas de conseguir soluciones definitivas, o al menos que así puedan entenderse en la perspectiva temporal de su uso, en la energía solar por utilidades térmica y eléctrica, en la fisión nuclear en reactores reproductores, en la fusión nuclear controlada, en la utilización de nuevos vectores energéticos, fundamentalmente el hidrógeno, cuyas condiciones de almacenamiento y transporte son evidentemente más favorables que las de la electricidad a la cual acompaña en su condición de vector no contaminante. Todo esto, este escenario del sector de la energía, presupone una serie de pasos previos en diferentes campos de actuación cuales son la investigación básica, la solución de problemas tecnológicos y, fundamentalmente, la coordinación de políticas y la visión globalizada, de acuerdo con la metodología del análisis de sistema, del problema energético, que no son fáciles, que plantean exigencias que no nos permiten ser excesivamente optimistas en cuanto a los plazos de los logros sucesivos; pero no obstante, creemos que estas diferencias y obstáculos irán superándose progresivamente, porque de ello depende de forma indiscutible el futuro desarrollo de la Humanidad.

En un ámbito más restringido, es decir, centrándonos en la praxis de nuestra circunstancia y nuestro tiempo, sería más difícil concretar las líneas de actuación que entendemos deben seguirse en España para remontar el presente crítico y enlazar tangencialmente a la trayectoria de los países más avanzados con ese futuro optimista. La disyuntiva es clara; España parece un retraso tecnológico evidente, del que sólo es una excepción el sector energético, aun-

que puedan salvarse hacer cosas muy particulares, como la hidroelectricidad. ¿Debe centrar sus esfuerzos en acortar esta distancia investigando y profundizando en temas donde carece de opciones para lograr una posición de vanguardia? La nacionalización de tecnologías ya superadas tiene desde luego la notoria ventaja de liberar de una fuerte carga económica a nuestra balanza de pagos, pero implica con gran frecuencia el riesgo de convertir nuestra técnica en nacional y obsoleta. Frente a esto, encontramos tal vez la alternativa de la cooperación. España debe salvar el *gap* tecnológico integrándose en los grandes proyectos multinacionales que las circunstancias exigen, integración que debe ser viable a través de nuestra condición de consumidor no desdeñable y que ha de propiciar oportunidades de formación para nuestros técnicos más jóvenes, menos agoviados por la demanda interna que los de otros países involucrados. Si además se lograra alguna actuación destacada de punta en algún tema energético, que por supuesto y dada nuestra limitación de recursos debe tener un carácter un tanto marginal y que podría centrarse en aspectos como la seguridad, la instrumentación, logística de combustibles, etc., las características de usos, reducción de consumos en procesos industriales, etc.; pues bien, si al mismo tiempo, repetimos, se lograra una tal actuación, entendemos que en conjunto la situación sería muy favorable para la presencia española en el concierto energético mundial.

No hay que olvidar las conclusiones, al menos oficiosas, de la Conferencia Nuclear Europea celebrada en París, establecidas por el Director General de Electricité de France, y, por tanto, cliente, pero no suministrador, ni por dedicación ni por situación, de tecnología atómica. Las conclusiones pueden resumirse en la aceptación de un recurso indispensable a la fuente nuclear, guste o no, como única solución a medio plazo para salvar sin trauma el período que inevitablemente ha de transcurrir hasta lograr nuevas fronteras de equilibrio entre las tecnologías de producción más deseables y niveles de consumo más razonables. Durante los próximos años la electricidad será el vehículo principal de distribución energética con incrementos de su demanda muy superiores a los globales de la energía.

Como relevos de futuro aparecen el calor y

y el hidrógeno, ambos aún necesitados de grandes trabajos de investigación y desarrollo.

Este papel decisivo de la energía nuclear durante los próximos años plantea problemas conexos, cuya solución exige la atención máxima de todos. Entre ellos, está el ciclo de combustible en su concepción más general, empezando por la garantía en abastecimiento de uranio natural, disponibilidad suficiente de capacidad de enriquecimiento seguramente con el concurso de nuevas tecnologías. Las dificultades técnicas son, sin duda, superables, y como los precios tienen delante una expectativa de mayores costes, llegamos a otra cuestión absolutamente fundamental. La escalada de los costos nucleares es indiscutible; no obstante, debe quedar aún, si los precios del petróleo se sostienen o prosiguen su tendencia alcista, un margen considerable. Este margen debe salvarse a toda costa de las apertencias comerciales que indudablemente presionarán en este sentido cuando el abastecimiento nuclear se haya consolidado como indispensable. En este aspecto, es necesario reforzar todas las medidas que España tome para tener una presencia real en todas las etapas del proceso; proyecto, fabricación, construcción y explotación de la tecnología nuclear. En caso contrario, su dependencia la dejaría inerme ante la voracidad comercial de los proveedores que en los próximos años van a disfrutar de un exceso de demanda.

El hecho de que la energía producida por los reactores nucleares no pueda ser utilizada hasta el presente sino a través de su previa conversión eléctrica, y la ausencia en España de una auténtica fabricación de generadores atómicos, ha determinado una situación un tanto anómala en el sentido de que aparezca el sector eléctrico soportando fundamentalmente todas las acciones en el campo nuclear. Hay problemas, como la imprescindible formación de personal o los ambientales, cuya solución

obviamente excede de este marco restringido y tienen que ser resueltos en ámbitos más amplios. En este aspecto y en el de la comunicación indispensable que los gestores de las acciones nucleares deben plantear con la opinión pública, con los intelectuales, con los científicos, con los representantes de todos los estamentos sociales, los ingenieros deben desempeñar una función de gran trascendencia, pero al mismo tiempo, de no menores exigencias y responsabilidad.

La contestación nuclear, y en general energética, que en estos momentos se desarrolla en todos los países industrializados y que tienen orígenes distintos, cuales son la asociación de lo nuclear a los explosivos atómicos, el carácter misterioso y no tangible de las radiaciones, los grandes presupuestos exigidos para su ejecución, competitividad con otras soluciones alternativas que seguramente implican un mayor empleo de mano de obra estable, el origen de las tecnologías de uso más frecuentes, etc., representa un hecho cierto y grave. Ante ella, el ingeniero debe adoptar posiciones de gran rigor deontológico, ya que es el llamado a informar y asesorar a la sociedad a centrar sus posturas en puntos estables tan alejados de la demagogia como de la tecnocracia. Es decir, la sociedad entera debe definirse sobre las grandes decisiones (limitación del crecimiento, utilización de recursos energéticos contaminantes, reducción del estándar de vida, etc.), pero debe hacerlo con conocimiento, con conocimiento objetivo que los técnicos deben poner a su alcance y a su nivel de entendimiento, llevándola a la conciencia de los costes y riesgos de sus propias decisiones; pero sin suplantar su función de decisor último, ni caer en la tentación de atraer sobre sí los focos de una popularidad tan fácil como efímera por la vía de la complacencia de los más, al margen del rigor a que su formación les obliga.