

# ENERGÍAS CONVENCIONALES. EVOLUCIÓN EN UN SIGLO

CONVENTIONAL ENERGIES.  
DEVELOPMENT OVER ONE CENTURY

EUGENIO VALLARINO Y CÁNOVAS DEL CASTILLO. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Catedrático de Obras Hidráulicas (jubilado, emérito) de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. U.P.M.  
Concha Espina 6, 28036 Madrid.

**RESUMEN:** Se describe la evolución de la generación eléctrica en el siglo XX y hasta la actualidad, analizando tres períodos característicos de esa evolución con comentarios personales sobre aciertos y desaciertos de las políticas energéticas. Se hace notar el escaso margen actual de cobertura de la demanda, que acusa un incremento creciente, y la necesidad de aumentar la generación y las líneas de interconexión para alejar el riesgo de ruptura, hasta ahora evitado. Se apunta también el posible efecto de desequilibrio futuro cuando la energía sin garantía de potencia y frecuencia alcance una proporción importante.

**PALABRAS CLAVE:** ENERGÍA, CENTRALES ELÉCTRICAS, RECURSOS HIDRÁULICOS, MERCADO ELÉCTRICO

**ABSTRACT:** The article describes the development in electricity generation over the 20th century and up to the present day. An overview is given of the three main periods together with the author's personal opinion regarding the correctness or errors of past and present energy policies. The author highlights the very little margin which is currently available to cover an ever-growing demand and the need to increase power generation and interconnection lines in order to avoid the risk of breakdown which has been prevented to date. Reference is also made to the possible destabilizing effect in the future when a sizeable proportion of energy may come from sources without guaranteed power and frequency.

**KEYWORDS:** ENERGY, ELECTRIC POWER STATIONS, WATER RESOURCES, ELECTRICITY MARKET

El siglo de vida de la Asociación de Ingenieros de Caminos, C. y P. coincide casi con el XX del cómputo general. Un siglo que comienza con "una España sin pulso" —según Silvela— con la herida, aún sangrante, de la derrota ante Estados Unidos y que, después de múltiples avatares, incluidas dos guerras mundiales (con neutralidad) y una trágica guerra civil, ha devenido una nación próspera, moderna e integrada en Europa, con sus problemas —algunos graves—, pero ya muy distinta de aquella.

En ese cambio tan acusado ha tenido una influencia básica el desarrollo energético, pues el rápido crecimiento de la potencia disponible por habitante (Cuadro 1) significa la multiplicación por miles de la fuerza humana y la consiguiente liberación del fatigoso trabajo personal, que

puede dedicarse a actividades superiores, ya que las máquinas e instrumentos se encargan de las inferiores.

En este proceso de desarrollo podemos distinguir tres períodos:

- Hasta 1940
- De 1940 a 1973
- De 1973 hasta la fecha

## HASTA 1940

De este período solo se dispone de datos generales estadísticos. Al inicio del siglo la electricidad es aún una técnica



Presa y Central de José María Oriol (Alcántara).



Aprovechamiento de Cortes-La Muela. Depósito superior de bombeo y embalse inferior.

incipiente con una potencia total inicial de 78 MW y una producción de 1.54 GWh. La central (térmica) más potente tenía 5 MW.

Desde la primera década, sin embargo, la generación aumenta rápidamente: se crean empresas eléctricas [1] y comienza y crece la utilización hidroeléctrica, que pasa del 38 % del total en 1901 al 74 % en 1935, iniciándose algunos aprovechamientos integrales. La potencia total instalada en ese año es de 1.480 MW, con una producción de 2.593 GWh, 19 y 17 veces las originales, aumentos equivalentes a tasas anuales acumulativas del 9 y 8,7 %. La utilización anual de la potencia es baja, alrededor de 2.000 horas, con fuertes variaciones, debidas a la dependencia hidrológica. La potencia por habitante (inapreciable en 1901) es en 1940 de 59 W/h, todavía muy modesta (una bombilla, de potencia media), índice del bajo nivel de vida medio.

En la década de los 20 se crean las Confederaciones Hidrográficas que tendrán un papel fundamental en el desarrollo hidráulico y energético

A mitad de los 30 se produce un salto cuantitativo y cualitativo con la puesta en explotación de la central de Ricobayo en el Esla, de 150 MW, muy superior a las existentes. Lo que representó en el mercado español se juzga por el hecho de que no logró una utilización adecuada de su potencia hasta unos ocho años después.

En cuanto a las centrales térmicas, se ubican junto a los centros de consumo y sus potencias son todavía muy modestas.

Las líneas de alta tensión se limitan principalmente al transporte de la energía de las centrales hidroeléctricas a los centros de consumo.

[1] Detalles de interés sobre la composición del sistema, creación y fusión de empresas, etc, en Fraile et al. (1).

La guerra, que cierra el período, significó un parón de nuevas actividades e incluso la destrucción o deterioro de infraestructuras.

### DE 1940 A 1973

Es el período más interesante y decisivo en cuanto al desarrollo eléctrico, y crítico, pues en él se produce la doble evolución del mercado: aumento notable de la demanda y la oferta y cambio sustancial de las características del sistema, con garantía de potencia y frecuencia. El incremento de generación se produce tanto en las centrales hidráulicas como en las térmicas, mayor en estas últimas, lo que se traduce en una liberación frente a las desigualdades hidrológicas, con la consiguiente acción estabilizadora. Por otra parte, el desarrollo general de la interconexión interior y con Francia y Portugal, con grandes distancias y tensiones hasta 330 kV, es un refuerzo de la garantía y estabilidad del sistema.

La primera mitad de la década de los 40 fue de poca actividad constructiva, por la coincidencia de la post-guerra civil y la II mundial. Algo más activa fue la segunda mitad, por lo que la potencia final de la década fue un 41% mayor que la inicial. Como consecuencia de esa penuria y el desequilibrio entre la producción y una demanda creciente por la superposición del desarrollo natural y la recuperación de lo perdido en los tres años de guerra, se produjeron fuertes restricciones del suministro eléctrico, con largos cortes horarios programados y frecuentes apagones accidentales de mayor o menor duración. La notable proporción de la potencia hidráulica —unos 3/4 de la total— hizo, además, al mercado muy sensible a dos notables períodos

CUADRO 1. EVOLUCIÓN DE LA POTENCIA ELÉCTRICA INSTALADA (MW)

Año	Hidráulica	Térmica	Nuclear	Total	Horas/a	Hidr.(%)	W/habit.
1901	30	48	-	78	1.974	38	-
1908	60	126	-	186	1.565	32	-
1917	220	156	-	376	1.508	59	-
1927	555	227	-	782	2.261	71	-
1935	1.102	378	-	1.480	1.752	74	-
1940	1.350	381	-	1.731	2.090	77	59
1950	1.906	645	-	2.356	2.909	73	85
1960	4.600	1.967	-	6.567	2.835	70	218
1970	10.975	6.881	160	18.016	3.135	61	528
1980	13.577	16.447	1.120	31.144	3.548	44	835
1990	16.642	21.370	7.364	45.176	3.373	37	1.160
2000	19.942	28.164	7.798	55.904	4.028	36	1.340
2002	23.040	31.384	7.871	62.295	4.073	37	1.489

de sequía (1944-45 y 1949-50). La propaganda oficial acuñó el célebre calificativo de "la pertinaz sequía" –objeto de la ironía popular– para disimular la verdadera causa de las restricciones, que era el citado desequilibrio fundamental y no accidental; prueba de ello es que las restricciones se daban también en años hidráulicos normales.

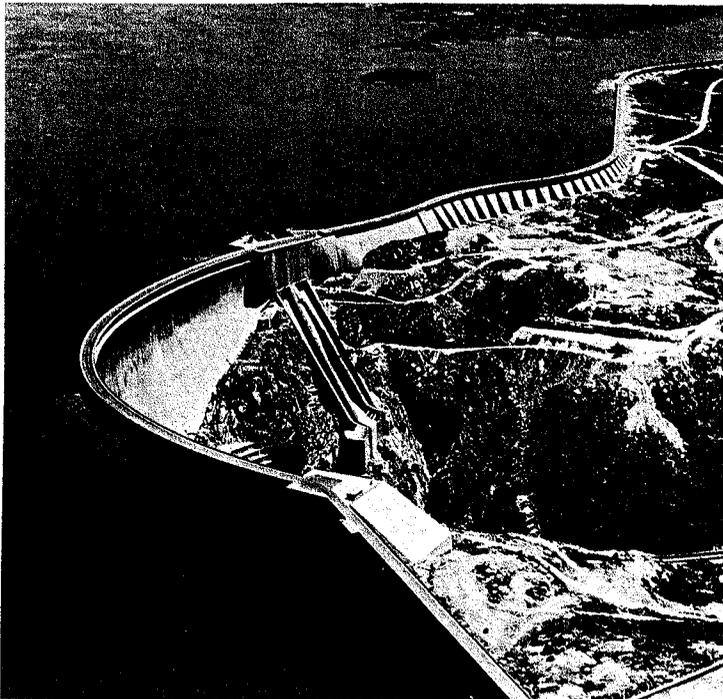
Si se nos permite una digresión, esa frase estereotipada era cierta, pero no solo para ese período, sino endémica y estructural en gran parte de España, con prolongados y duros estiajes y la fre-

cuencia de años secos. No hay más que ver repartidos reiteradamente por nuestra geografía, y con antigüedad de siglos, topónimos como Villaseca, Arroyoseco, Rioseco y –más suave– Riosequillo. Y por si no fuera paradoja bastante el yuxtaponer "río" con "seco", Medina de Rioseco se subtitula como "Cuna de los almirantes de Castilla", extremo de humor que solo puede darse en un país tan singular como el nuestro

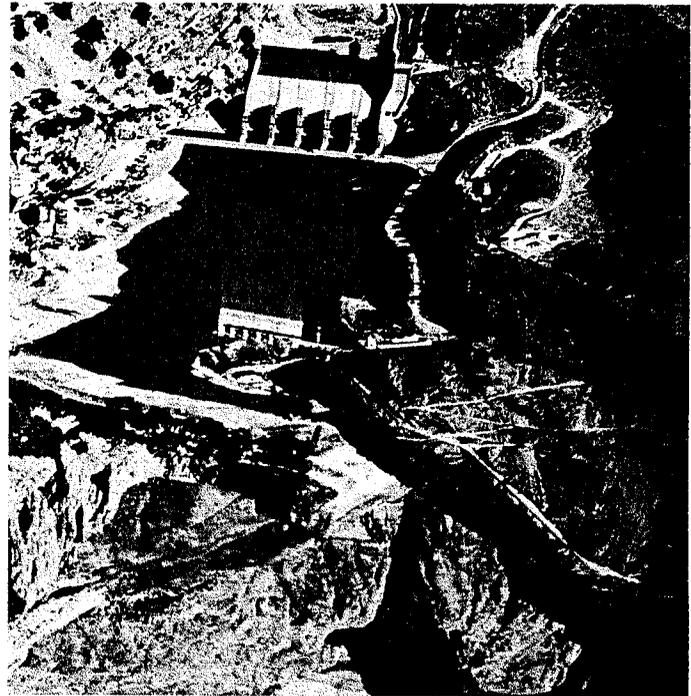
En 1944 se fundó UNESA (Unidad Eléctrica) que integraba las principales empresas eléctricas para su coordinación, planes con-

CUADRO 2. EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA (GWh / año)

Año	Hidráulica	Térmica	Nuclear	Total	Hidr.(%)	W/habit.
1901	-	-	-	154	-	-
1908	-	-	-	291	-	-
1917	-	-	-	567	-	-
1927	-	-	-	1.768	-	-
1935	-	-	-	2.593	-	-
1940	3.353	264	-	3.617	92	140
1950	5.017	1.836	-	6.853	73	248
1960	15.625	2.989	-	18.614	84	610
1970	27.959	27.607	924	56.479	49	1.655
1980	30.807	74.490	5.186	110.483	28	2.950
1990	26.184	71.289	54.268	152.371	17	3.911
2000	36.641	126.313	62.206	225.060	16	5.310
2002	35.529	146.862	63.026	245.417	22	5.790



**Presa de Almendra, 202 m de altura (la más alta de España), 1.227 hm<sup>3</sup> de embalse (interanual). Alimenta la Central de Villarino, de 810 MW, reversible mixta. Río Tormes - IBERDROLA.**



**Central del Tajo de la Encantada, reversible pura, 360 MW Río Guadalhorce - ENDESA.**

juntos, reparto de cargas, investigación, información, estadísticas, etc. Estas últimas ordenadas y sistemáticas gracias a ella desde 1940.

En 1953 se crea la OFILE (Oficina Liquidadora de Energía) que instituyó un régimen recaudatorio que, además de unificar las tarifas eléctricas en toda España, gravaba la factura eléctrica en un porcentaje, variable cada año, con destino a un fondo para primar las nuevas centrales hidráulicas y térmicas. Esta medida fue determinante, e inicio de una eclosión constructora por parte de las empresas privadas que transformó económica y socialmente el país. Como se ve en los cuadros 1 y 2, la potencia instalada creció en 20 años (1950 - 70) desde 2.356 MW a 17.924, esto es, 7,6 veces más, equivalente a una tasa anual acumulativa del 10,7 %; y la producción pasó de 6.843 GWh/a a 56.490, 8,2 veces más, con una tasa anual equivalente del 11,1 %, cifras ambas que bien pueden calificarse de insólitas, al mantenerse 20 años seguidos. En ese tiempo la potencia por habitante pasó de 59 W/h a 528, casi nueve veces más y significativamente equivalente a un electrodoméstico, en lugar de a una lámpara media. Asimismo, la utilización anual de la potencia subió de 2.936 horas a 3.135, marcando un inicio en la uniformización de la curva de carga.

Como consecuencia de esta intensa actividad, a principios de los 60 desaparecieron las restricciones eléctricas, incluso superando sequías posteriores más duras que las de los 40, que sí afectaron a otros suministros de agua.

Una novedad a señalar es la puesta en servicio en 1968 de la primera central nuclear (Zorita) de 153 MW.

## DESDE 1973 A LA ACTUALIDAD

En 1973 se produjeron varios cambios críticos. El más importante, a nivel mundial, la crisis de Oriente Próximo y Medio que solo en un año encareció el precio del petróleo seis veces, con las consiguientes repercusiones en el mercado energético y en la economía. En el sistema español el efecto fue notable, dado que una parte sustancial del parque térmico utilizaba combustibles de ese tipo, lo que condujo, aunque con la consiguiente lentitud, a su sustitución por centrales de carbón importado, mucho más económico que el nacional, quedando solo parte de los grupos de fuel como reserva.

Simultánea, aunque casual e inoportunamente, se decidió la desaparición de la OFILE, y la supresión de las primas a la nueva energía hidroeléctrica, pero manteniendo, aunque con otra formulación para compensar la carestía del combustible, la promoción de la térmica y nuclear.

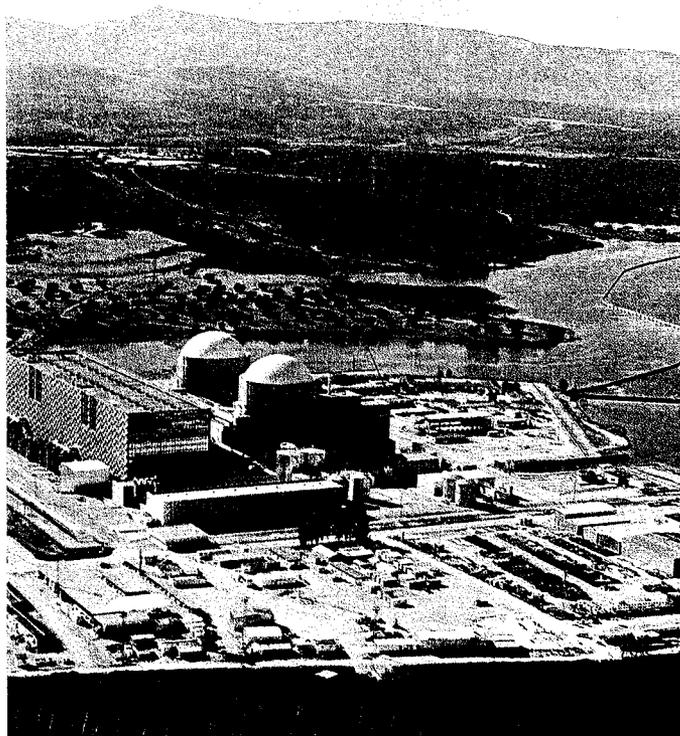
En esas circunstancias lo lógico habría sido mantener, aunque fuera con la oportuna modificación, el desarrollo de la energía hidráulica que, al contrario que la térmica, es limpia y *turbina* (no consume) un recurso renovable y autóctono. Porque si bien la mayor parte de los aprovechamientos más importantes estaban realizados, todavía quedaba una proporción estimable de recursos utilizables que habrían sido factibles con una protección similar a la que se daba a otros recursos.

Por ello, a partir de 1973, la construcción hidroeléctrica sufrió un frenazo brusco, aunque todavía en el resto de los 70 entraron en servicio las centrales que estaban en construcción. Después, y acogi-

da a la llamada Acción Concertada, la actividad se centró en la ampliación de potencia –importante– de algunas centrales gracias a la regulación de sus embalses, y a las centrales reversibles, promovidas por los excedentes de las centrales térmicas y, sobre todo, de las nucleares.

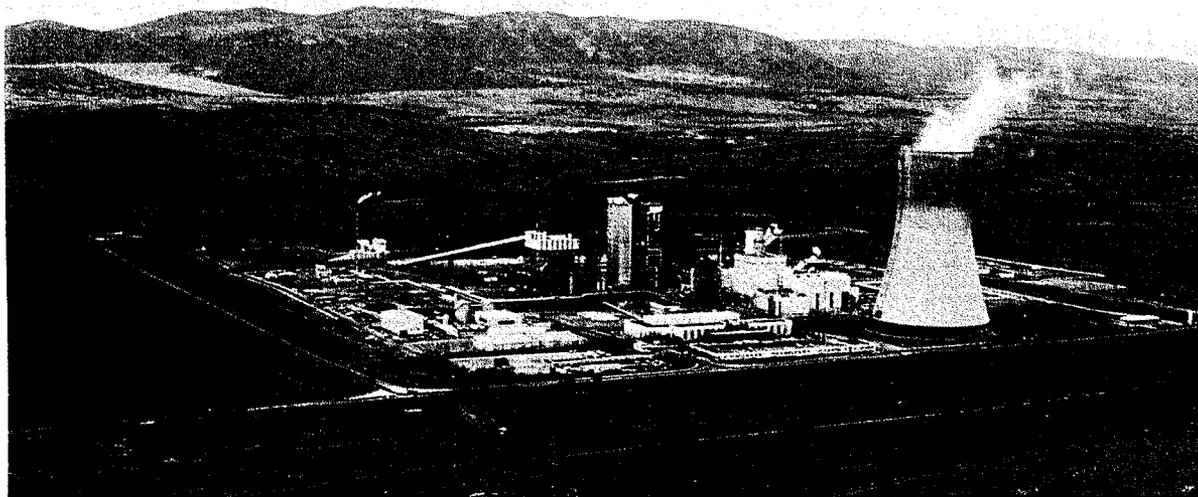
En 1982 se tomó la decisión –tardía– de promover las energías renovables, pero en lo hidroeléctrico también fue alicorta, ya que se limitó a las minicentrales, distorsionando la optimización de algunos tramos fluviales, al provocar su fraccionamiento para no sobrepasar el límite de la potencia primada. La limitación inicial fue muy fuerte (5 MW), y aunque se ha ido aumentando, la reducción de la prima es progresiva con la potencia, lo que estimula las bajas potencias por central y por grupo, y va contra la economía de escala y de la funcionalidad, que aconsejan la concentración de la potencia en menor número de centrales y de grupos. Y, desde luego, se ignora y anula la factibilidad de embalses reguladores, ni siquiera solo de puntas.

El desarrollo de minicentrales, que suman 1.454 MW, y de las eólicas, con 3.350 MW, con producciones respectivas de 7.013 y 4.543 GWh (2002) plantea un problema que irá agudizándose cada vez más: la regulación de potencia y frecuencia. Las hidráulicas, al menos, tienen variaciones estacionales, más lentas y hasta cierto punto previsibles, pero la disponibilidad de potencia de las eólicas es sumamente variable, incluso nula, y totalmente independiente de horas, días y estaciones, y su corriente es, incluso asíncrona. Es significativa su bajísima utilización –1.354 horas– comparada con las 4.823 de las minicentrales. Esas centrales funcionan porque otras no primadas, notablemente las hidráulicas con embalse regulador, se encargan no sólo de complementar, sino incluso de corregir y compensar las disfunciones que aquéllas introducen en el sistema. Llegará un momento en que este problema sea serio, y habrá que preverlo y afrontarlo.

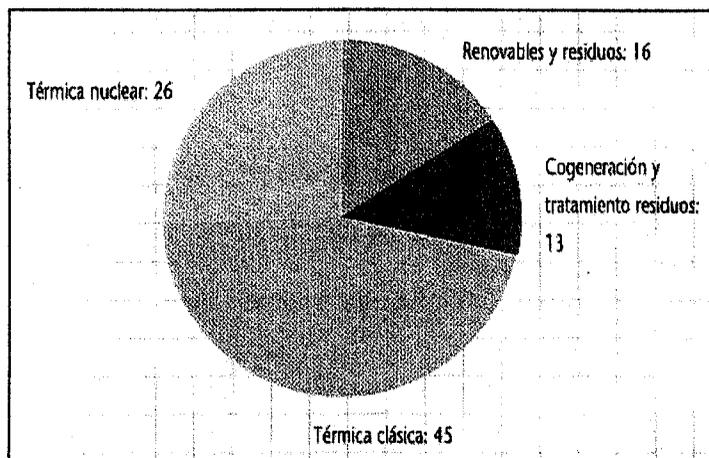


Central nuclear de Almaraz.

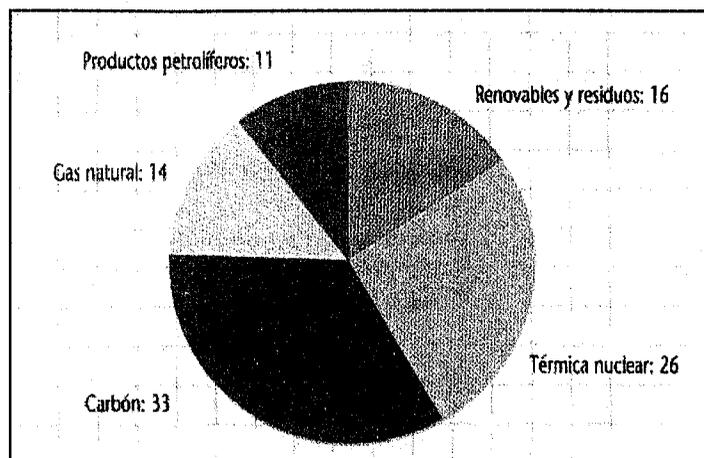
Entre 1970 y 2002 la potencia conjunta ha pasado de 18.016 a 62.295 MW, 3,5 veces, con un crecimiento acumulativo del 4 % anual, y la producción, de 56.479 a 245.417 GWh, 4,3 veces, con un incremento anual del 4,7 %. La utilización conjunta ha pasa-



Central térmica de ELCOGAS de gasificación de carbón con ciclo combinado (Puertollano).



Estructura de la producción eléctrica de España por fuente energética. Año 2002 (%).



Estructura de la producción eléctrica de España por tipo de instalación. Año 2002 (%).

do de 3.135 horas a 4.073. Todos estos resultados muestran un crecimiento normal y una progresiva estabilización de la curva de carga como lógica continuación del rápido desarrollo anterior. La potencia por habitante creció de 528 a 1.489 kW, índice expresivo de un satisfactorio nivel de vida.

En los últimos cinco años la utilización media de la potencia hidráulica ha sido de unas 1900 horas, mientras que la del conjunto casi 4.000, lo que muestra el importante papel de aquellas en las puntas gracias a su sobreequipamiento y sus embalses reguladores, cuya capacidad conjunta es el 40 % de los 56 km<sup>3</sup> totales, y equivale a una reserva de 17.708 GWh, el 54 % de ellos interanuales. Es de destacar que 4.807 MW (el 21 % de la hidráulica y el 7,7 % de la total) son reversibles, con una garantía práctica casi del 100 % y doble efecto regulador, al absorber también excedentes, lo que contribuye al funcionamiento óptimo de las centrales de carbón y nucleares.

Estas últimas llegaron a 7.400 MW en 1992, prácticamente estabilizada por decisión política. En otro ámbito, la construcción –esta muy reciente– de centrales de ciclo combinado contribuirá también a la regulación, al unir en un conjunto complementario óptimo la flexibilidad de las turbinas de gas con los generadores de carbón.

En 2002 las líneas de transporte suman con un total de 52.949 km, el 30 % de ellos de 400 kV.

Entre 1997 y 2002 la demanda ha crecido del orden del 30 %, pero la de punta –que es la crítica– un 44 %, ambas por encima de las previsiones y de la tendencia anterior. El actual equipo generador tiene un margen de reserva muy reducido frente a demandas de punta muy acusadas, y la red de transporte, que podría compensarlo, plantea problemas de saturación lo que ya ha dado lugar a desequilibrios zonales. En el último verano (2003) se ha superado satisfactoriamente el 8 % de superconsumo debido al persistente y excepcional calor, pero es necesario un incremento de generación y, sobre todo, de interconexión, para no llegar a situaciones como las ya olvidadas y superadas de décadas atrás, o a los apagones catastróficos recientemente padecidos en Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Dinamarca e Italia. A estos efectos es de notar la importancia negativa de la pasividad francesa al aumento de las líneas de interconexión, que van siendo fundamentales.

## RECONOCIMIENTOS

A D. Jesús Fraile, Catedrático de la ETS de Ings. De Caminos de Madrid, y a D. Jesús Incinillas y D. José María Marcos, de UNESA, por la información facilitada. Las fotos y gráficos adjuntos son de UNESA. ■

## REFERENCIAS

–(1) J. FRAILE ET AL.: *Desarrollo de la Industria Eléctrica en España*. Energía, julag. setoct. 2001.

–(2) JOSÉ MARÍA MARCOS: *El Sistema Eléctrico Español*. Publicación "Física y Sociedad". Monográfico sobre Energías (2003).

–(3) UNESA: *Memoria Estadística 2002*

–(4) UNESA: *La Electricidad en España*. Preguntas y respuestas (2003)