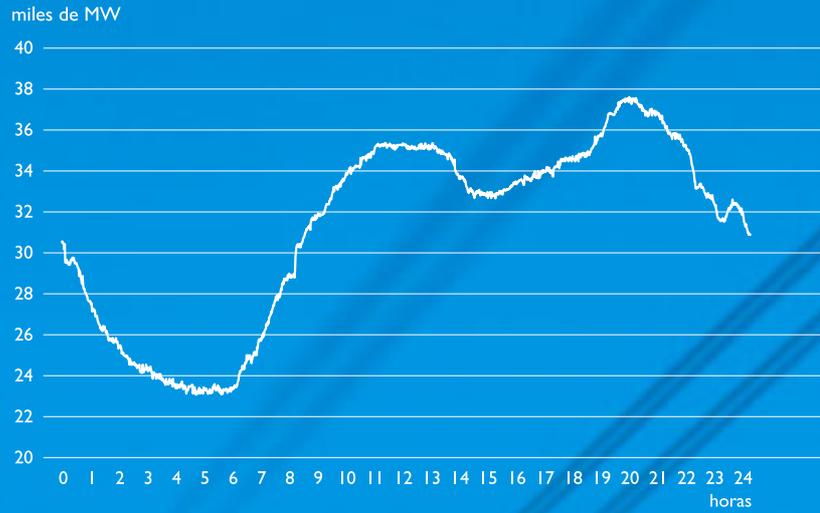




■ 2003

El Sistema Eléctrico Español



RED ELÉCTRICA
DE ESPAÑA



Índice general



El Sistema Eléctrico Español 2003	5
Sistema Peninsular	19
1. Demanda de energía eléctrica	19
2. Cobertura de la demanda	25
3. Régimen ordinario	31
4. Régimen especial	45
5. Operación del sistema	49
6. Red de transporte	63
7. Calidad de servicio	71
8. Intercambios internacionales	77
Sistemas Extrapeninsulares	85
El Sistema Eléctrico por Comunidades Autónomas	91
Comparación Internacional	107
Glosario de términos	119

Comparación Internacional



Gráficos y cuadros

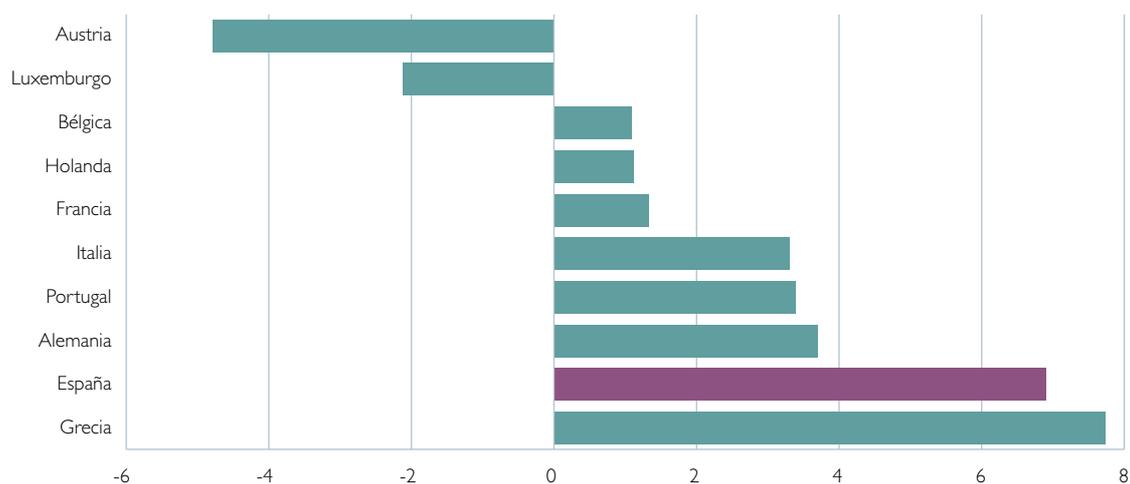
Producción total neta de energía eléctrica de los países de la Unión Europea miembros de la UCTE	108
Incremento de la producción total neta de energía eléctrica 2003/2002	108
Demanda de energía eléctrica de los países de la Unión Europea miembros de la UCTE	109
Incremento de la demanda de energía eléctrica 1999-2003	109
Máxima demanda de los países de la Unión Europea miembros de la UCTE	110
Consumo per cápita de los países de la Unión Europea miembros de la UCTE	110
Origen de la producción total neta de los países de la Unión Europea miembros de la UCTE	111
Estructura de la producción total neta de los países de la Unión Europea miembros de la UCTE	111
Cobertura de la demanda de energía eléctrica de los países de la Unión Europea miembros de la UCTE	112
Estructura de la potencia neta instalada en los países de la Unión Europea miembros de la UCTE	112
Potencia neta instalada en los países de la Unión Europea miembros de la UCTE	113
Evolución de la red de transporte en los países de la Unión Europea miembros de la UCTE. Incremento 1996-2002	113
Relación entre red de transporte y demanda en los países de la Unión Europea miembros de la UCTE	114
Mapa de intercambios internacionales físicos de energía eléctrica en los países de la UCTE y limítrofes	115
Intercambios internacionales físicos de energía eléctrica en los países de la UCTE y limítrofes	116
Tiempo de interrupción medio (TIM) por incidencias en la red de transporte	117
Tarifas de transporte en Europa	117

Producción total neta de energía eléctrica de los países de la Unión Europea miembros de la UCTE (TWh)

	2002	2003	%03/02
Alemania	503,9	522,6	3,7
Austria	51,2	48,7	-4,8
Bélgica	78,5	79,3	1,1
España (1)	212,8	227,6	6,9
Francia	516,6	523,4	1,3
Grecia	45,0	48,5	7,7
Holanda	92,4	93,4	1,1
Italia	270,3	279,2	3,3
Luxemburgo	3,6	3,5	-2,1
Portugal	39,4	40,8	3,4
Total	1.813,7	1.867,0	2,9

Fuente: UCTE. Incluye adquisiciones al régimen especial.
(1) Sistema peninsular

Incremento de la producción total neta de energía eléctrica 2003/2002 (%)

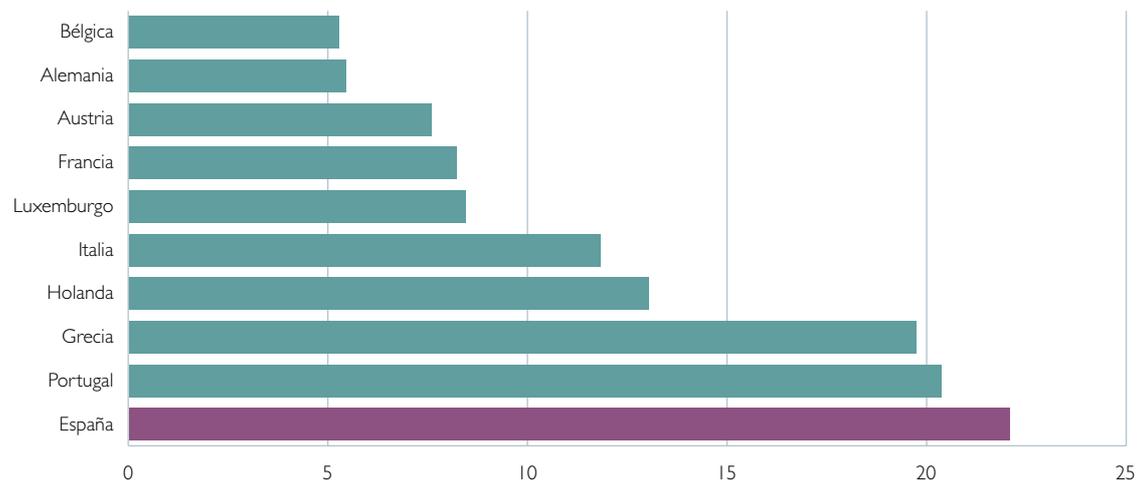


Demanda de energía eléctrica de los países de la Unión Europea miembros de la UCTE (TWh)

	2002	2003	%03/02
Alemania	498,6	506,7	1,6
Austria	50,7	51,3	1,3
Bélgica	84,6	84,3	-0,3
España (1)	223,2	237,3	6,3
Francia	432,3	449,7	4,0
Grecia	47,0	49,8	6,0
Holanda	108,8	110,4	1,5
Italia	310,4	319,6	3,0
Luxemburgo	6,0	6,1	1,8
Portugal	40,7	43,1	5,9
Total	1.802,2	1.858,5	3,1

Fuente: UCTE.
(1) Demanda nacional en b.c.

Incremento de la demanda de energía eléctrica 1999-2003 (%)



Máxima demanda horaria de los países de la Unión Europea miembros de la UCTE

	Día de la semana	Fecha	Hora	Punta máxima (MW)	Temperatura media (°C)
Alemania (*)	-	-	-	-	-
Austria	Lunes	13 de enero	17:45	8.694	-
Bélgica	Jueves	9 de enero	18:00	13.573	-6,6
España	Martes	18 de febrero	20:00	37.212	2,8
Francia	Miércoles	8 de enero	19:00	80.190	-2,6
Grecia	Viernes	18 de julio	13:00	9.042	32,0
Holanda	Lunes	8 de diciembre	18:30	14.469	-2,0
Italia	Miércoles	10 de diciembre	17:00	53.403	8,3
Luxemburgo	Miércoles	12 de marzo	12:00	959	6,8
Portugal	Miércoles	15 de enero	20:45	8.046	5,7

Fuente: UCTE.

(*) Dato no disponible

Consumo per cápita de los países de la Unión Europea miembros de la UCTE (kWh/hab.)

	2002	2003	Δ%
Alemania	6.048	6.139	1,5
Austria	6.304	6.362	0,9
Bélgica	8.205	8.144	-0,7
España	5.523	5.834	5,6
Francia	7.286	7.541	3,5
Grecia	4.277	4.523	5,8
Holanda	6.753	6.818	1,0
Italia	5.446	5.576	2,4
Luxemburgo	13.549	13.665	0,9
Portugal	3.936	4.141	5,2
UE-UCTE	6.101	6.265	2,7

Fuente: UCTE.

Consumo per cápita = Consumo total / n° hab.

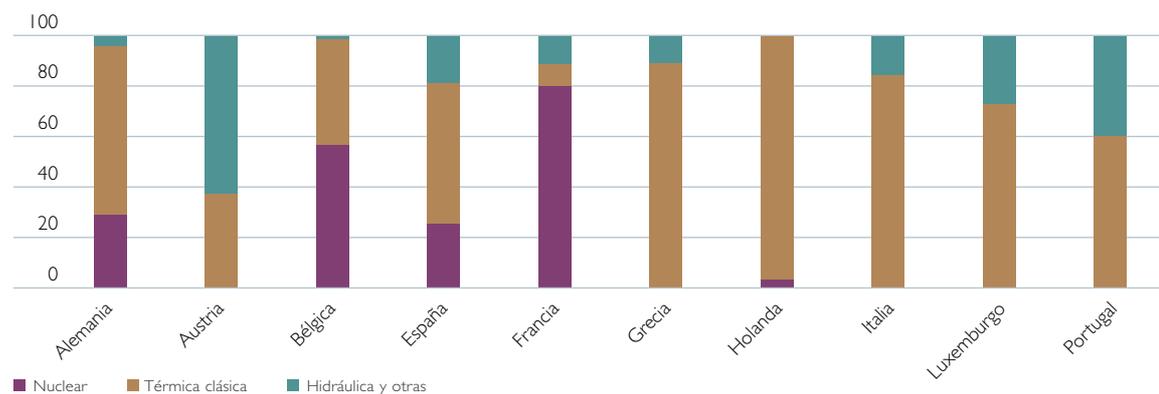
Datos de población: Eurostat

Origen de la producción total neta de los países de la Unión Europea miembros de la UCTE

	Nuclear		Térmica clásica		Hidráulica y otras		Total TWh
	TWh	%	TWh	%	TWh	%	
Alemania	155,4	29,7	346,8	66,4	20,4	3,9	522,6
Austria	0,0	0,0	18,2	37,4	30,5	62,6	48,7
Bélgica	45,1	56,8	33,0	41,5	1,3	1,7	79,3
España (*)	59,2	26,0	125,2	55,0	43,1	18,9	227,6
Francia	420,2	80,3	44,5	8,5	58,6	11,2	523,4
Grecia	0,0	0,0	43,3	89,3	5,2	10,7	48,5
Holanda	3,8	4,1	89,6	95,9	0,0	0,0	93,4
Italia	0,0	0,0	235,7	84,4	43,5	15,6	279,2
Luxemburgo	0,0	0,0	2,6	72,9	1,0	27,1	3,5
Portugal	0,0	0,0	24,6	60,3	16,2	39,7	40,8
Total	683,8	36,6	963,5	51,6	219,7	11,8	1.867,0

Fuente: UCTE. Incluye adquisiciones al régimen especial.
(*) Sistema peninsular

Estructura de la producción total neta de los países de la Unión Europea miembros de la UCTE (%)

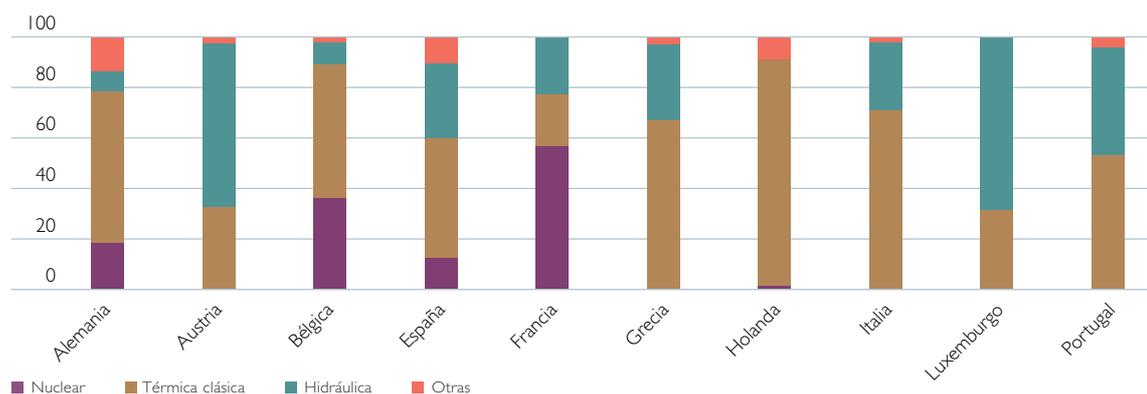


Cobertura de la demanda de energía eléctrica de los países de la Unión Europea miembros de la UCTE (TWh)

	Hidráulica y otras	Nuclear	Térmica clásica	Prod. total neta	Consumos en bombeo	Saldo intercambios	Demanda
Alemania	20,4	155,4	346,8	522,6	7,8	-8,1	506,7
Austria	30,5	0,0	18,2	48,7	2,5	5,1	51,3
Bélgica	1,3	45,1	33,0	79,3	1,4	6,4	84,3
España (*)	43,1	59,2	125,2	227,6	4,7	1,3	224,2
Francia	58,6	420,2	44,5	523,4	7,3	-66,4	449,7
Grecia	5,2	0,0	43,3	48,5	0,8	2,2	49,8
Holanda	0,0	3,8	89,6	93,4	0,0	17,0	110,4
Italia	43,5	0,0	235,7	279,2	10,4	50,8	319,6
Luxemburgo	1,0	0,0	2,6	3,5	1,1	3,8	6,1
Portugal	16,2	0,0	24,6	40,8	0,5	2,8	43,1

Fuente: UCTE. Incluye adquisiciones al régimen especial.
 (*) Sistema peninsular

Estructura de la potencia neta instalada en los países de la Unión Europea miembros de la UCTE (%)



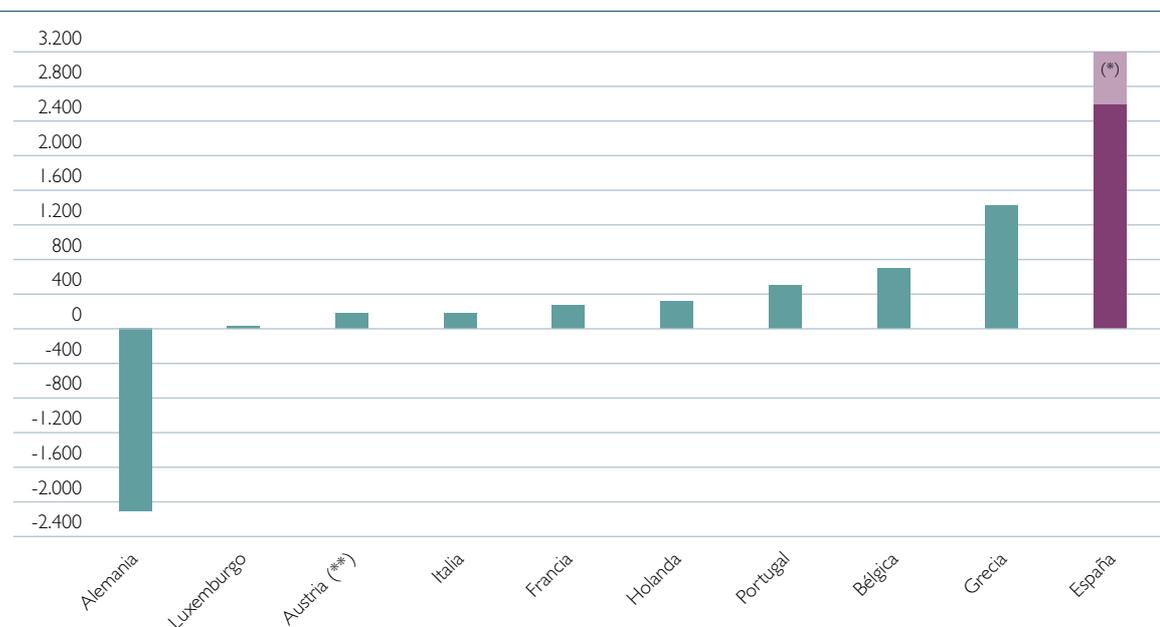
Potencia neta instalada en los países de la Unión Europea miembros de la UCTE

	Nuclear		Térmica clásica		Hidráulica		Otras		Total GW
	GW	%	GW	%	GW	%	GW	%	
Alemania	20,1	18,8	64,2	60,2	8,1	7,6	14,3	13,4	106,7
Austria	0,0	0,0	5,6	32,6	11,2	65,1	0,4	2,3	17,2
Bélgica	5,8	36,9	8,2	52,2	1,4	8,9	0,3	1,9	15,7
España (*)	7,7	12,9	27,9	46,7	18,1	30,3	6,1	10,2	59,8
Francia	63,4	57,0	23,2	20,9	24,3	21,9	0,3	0,3	111,2
Grecia	0,0	0,0	7,1	67,6	3,1	29,5	0,3	2,9	10,5
Holanda	0,4	2,0	17,5	89,3	0,0	0,0	1,7	8,7	19,6
Italia	0,0	0,0	55,3	71,5	20,5	26,5	1,5	1,9	77,3
Luxemburgo	0,0	0,0	0,5	31,3	1,1	68,8	0,0	0,0	1,6
Portugal	0,0	0,0	5,7	53,3	4,6	43,0	0,4	3,7	10,7
Total	97,4	22,6	215,2	50,0	92,4	21,5	25,3	5,9	430,3

Fuente: UCTE. Año 2003

(*) Sistema peninsular

Evolución de la red de transporte en los países de la Unión Europea miembros de la UCTE. Incremento 1996-2002 (km)



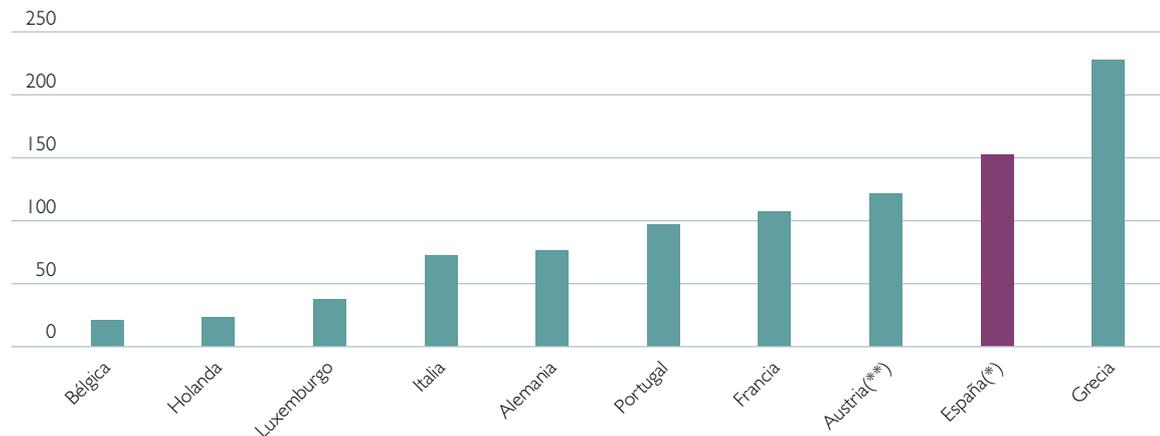
Alemania ha desmantelado líneas de 220 kV o han pasado a funcionar a tensiones inferiores.

(*) Datos del año 2003

(**) Datos 1995-2000

Fuente: UCTE. Statistical Yearbook 2002

Relación entre red de transporte (400kV y 220kV) y demanda en los países de la Unión Europea miembros de la UCTE (km/TWh)



Fuente: UCTE, Statistical Yearbook 2002
 (*) Sistema peninsular
 (**) Datos de 2000

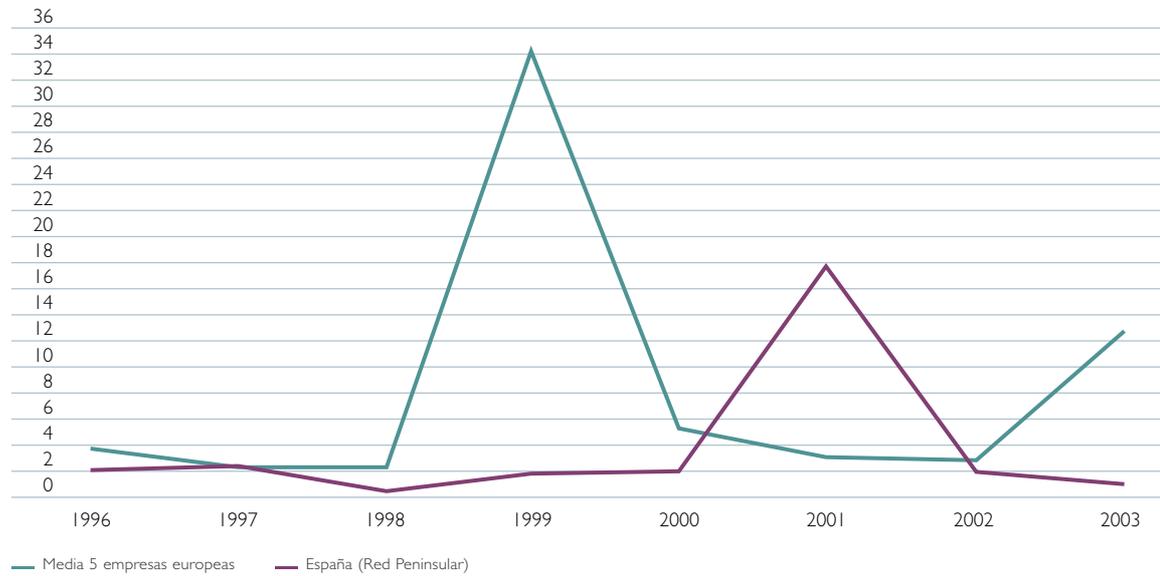
Intercambios internacionales físicos de energía eléctrica en los países de la UCTE y limítrofes (*) (GWh)

	Importaciones	Exportaciones	Saldo
Albania (AL)	1.241	315	926
Alemania (D)	45.758	53.823	-8.065
Austria (A)	18.742	12.595	6.147
Bélgica (B)	14.571	8.253	6.318
Bielorrusia (BY)	0	1.225	-1.225
Bosnia (BIH)	2.082	3.015	-933
Bulgaria (BG)	1.183	6.763	-5.580
Chequia (CZ)	10.083	26.298	-16.215
Croacia (HR)	8.858	4.956	3.902
Dinamarca (DK)	5.369	3.999	1.370
Eslovaquia (SK)	8.623	10.879	-2.256
Eslovenia (SLO)	6.774	6.623	151
España (E)	9.520	7.858	1.662
Francia (F)	6.498	71.038	-64.540
Gran Bretaña (GB)	5.301	2.975	2.326
Grecia (GR)	4.219	2.063	2.156
Holanda (NL)	20.817	3.813	17.004
Hungría (H)	14.078	7.141	6.937
Italia (I)	51.313	519	50.794
Luxemburgo (L)	6.558	2.793	3.765
Macedonia (FYROM)	1.777	843	934
Marruecos (MA)	1.457	0	1.457
Moldavia (MD)	0	120	-120
Polonia (PL)	4.868	15.144	-10.276
Portugal (P)	5.770	3.107	2.663
Rumanía (RO)	954	2.943	-1.989
Serbia y Montenegro (SCG)	6.240	3.087	3.153
Suecia (S)	4.883	564	4.319
Suiza (CH)	29.116	30.901	-1.785
Turquía (TR)	1.136	0	1.136
Ucrania (UA)	1.313	5.454	-4.141

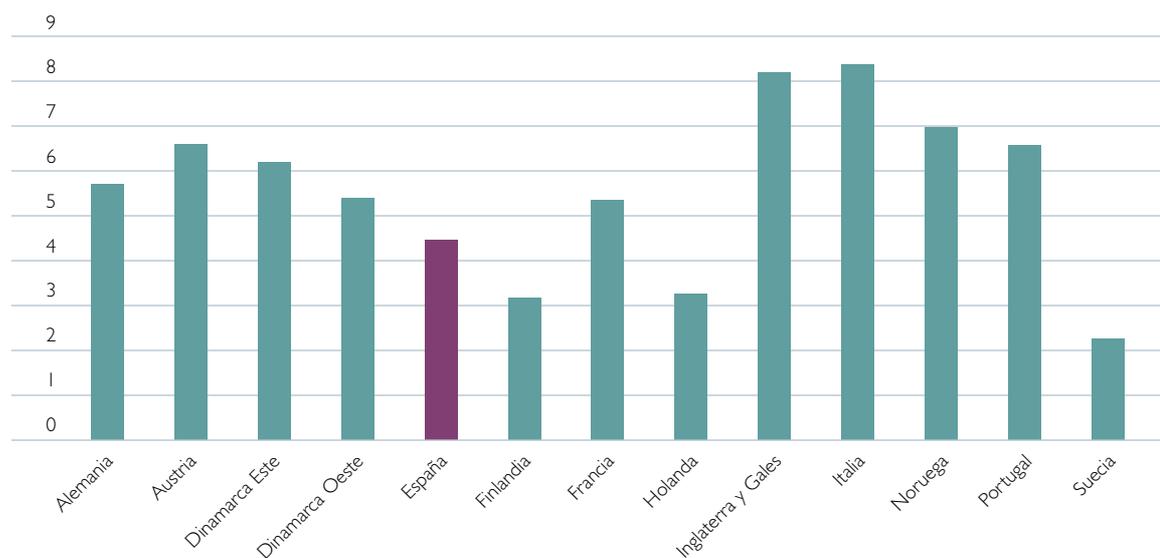
Fuente: UCTE. Datos a marzo 2004.

(*) Intercambios entre bloques en interconexiones no inferiores a 100 kV

Tiempo de interrupción medio (TIM) por incidencias en la red de transporte (minutos)



Tarifas de transporte en Europa (€/MWh)*



(* Tarifas aplicadas a consumidor conectado en la red de transporte, con demanda máxima de potencia de 40 MW y 5.000 horas de utilización. No incluyen otros costes ajenos al uso de la red de transporte, que en algunos países forman parte de las tarifas
Fuente: ETSO. Benchmarking on transmission pricing in Europe. March 2003

Glosario de términos

Agentes externos: productores, distribuidores, comercializadores y consumidores cualificados de energía eléctrica no nacionales que están debidamente autorizados para operar en el mercado de producción español.

Banda de regulación: es la banda de potencia que el sistema dispone para la regulación, con el objeto de mantener el equilibrio generación-demanda corrigiendo las desviaciones involuntarias, que se producen en la operación en tiempo real, con el sistema europeo o de las desviaciones de la frecuencia del sistema respecto de los valores programados.

Capacidad de intercambio comercial: es la capacidad técnica máxima de importación y de exportación del sistema eléctrico español con el correspondiente sistema de un país vecino compatible con el cumplimiento de los criterios de seguridad establecidos para cada sistema.

Capacidad térmica de la línea: máxima potencia que puede transportar una línea eléctrica sin incumplir las distancias de seguridad. Este valor depende de las características de la línea y de las características ambientales (temperatura, viento e insolación).

Ciclo combinado: tecnología de generación de energía eléctrica en la que el calor generado en la combustión de turbinas de gas se lleva a una caldera convencional o a un elemento recuperador del calor y se emplea para mover una turbina de vapor; incrementando el rendimiento del proceso. A ambas turbinas, de gas y vapor, van acoplados generadores eléctricos.

Comercializadores: son aquellas personas jurídicas que, accediendo a las redes de transporte o distribución, tienen como función la venta de energía eléctrica a los consumidores que tengan la condición de cualificados o a otros sujetos del sistema. Adicionalmente, pueden realizar contratos de adquisición de energía con empresas autorizadas a la venta de energía eléctrica en países de la Unión Europea o terceros países, así como con productores nacionales de electricidad en régimen especial. A partir de 1 de enero de 2003 o cuando todos los consumidores tengan la condición de cualificados, también con productores nacionales en régimen ordinario.

Consumidores cualificados: consumidor que puede elegir suministrador de energía eléctrica. Según el Real Decreto Ley 6/2000 de 23 de junio, a partir del 1 de enero de 2003 tienen la consideración de consumidores cualificados todos los consumidores de energía eléctrica.

Consumos en bombeo: energía empleada en las centrales hidráulicas de bombeo para elevar el agua desde el vaso inferior hasta el superior para su posterior turbinación.

Consumos en generación: energía utilizada por los elementos auxiliares de las centrales, necesaria para el funcionamiento de las instalaciones de producción.

Contratos bilaterales: contratos de suministro de energía eléctrica entre un consumidor cualificado o un agente externo y un productor o agente externo, por el que el vendedor se compromete a proporcionar al comprador una determinada cantidad de energía a un precio acordado entre ambos.

Control de tensión: servicio complementario que tiene por objeto garantizar el adecuado control de la tensión en los nudos de la red de transporte de forma que la operación del sistema se realice en las condiciones de seguridad y fiabilidad requeridas, el suministro de energía a los consumidores finales se efectúe con los niveles de calidad exigibles y las unidades de producción puedan funcionar en las condiciones establecidas para su operación normal.

Demanda b.c. (barras de central): energía inyectada en la red procedente de las centrales de régimen ordinario, régimen especial y del saldo de los intercambios internacionales. Para el traslado de esta energía hasta los puntos de consumo habría que extraer las pérdidas originadas en la red de transporte y distribución.

Desvíos de regulación: son los desvíos que se producen entre dos sistemas eléctricos como diferencia entre los intercambios internacionales programados y los intercambios internacionales físicos.

Energías renovables: son aquellas obtenidas de los recursos naturales y desechos, tanto industriales como urbanos. Incluyen la mini-hidráulica, solar, eólica, residuos sólidos industriales y urbanos, y biomasa.

Energías no renovables: aquellas obtenidas a partir de combustibles fósiles (líquidos o sólidos) y sus derivados.

Garantía de potencia: es una retribución que tiene por objeto proporcionar una señal económica para la permanencia e instalación de capacidad de generación en el sistema eléctrico, con el objeto de conseguir un nivel de garantía de suministro adecuado.

Generación con bombeo en ciclo cerrado: producción de energía eléctrica realizada por las centrales hidroeléctricas cuyo embalse asociado no recibe ningún tipo de aportaciones naturales de agua, sino que ésta proviene de su elevación desde un vaso inferior.

Gestión de desvíos: tiene por objeto resolver los desvíos entre generación y demanda que pudieran aparecer con posterioridad al cierre de cada sesión del mercado intradiario y hasta el inicio del horizonte de efectividad de la siguiente sesión.

Índice de producible hidráulico: cociente entre la energía producible y la energía producible media, referidas ambas a un mismo periodo y a un mismo equipo hidroeléctrico.

Intercambios de apoyo: son programas que se establecen entre dos sistemas eléctricos para garantizar las condiciones de seguridad del suministro de cualquiera de los dos sistemas interconectados, en caso de urgencia para resolver una situación especial de riesgo en la operación de uno de los sistemas, previo acuerdo de los operadores respectivos y en ausencia de otros medios de resolución disponibles en el sistema que precise el apoyo.

Intercambios internacionales físicos: comprende todos los movimientos de energía que se han reali-

zados a través de las líneas de interconexión internacional durante un período determinado de tiempo. Incluye las circulaciones en bucle de la energía consecuencia del propio diseño de la red.

Intercambios internacionales programados: son los programas que se establecen entre dos sistemas eléctricos consecuencia del conjunto de transacciones programadas en el mercado o mediante contratos bilaterales.

Interrumpibilidad: derecho del transportista de suspender en todo o en parte el servicio que realiza debido a limitaciones que reducen la capacidad de la red, lo que solo se realiza si peligran la fiabilidad del sistema o existe una situación de emergencia.

Mercado de producción: es el integrado por el conjunto de transacciones comerciales de compra y venta de energía y de otros servicios relacionados con el suministro de energía eléctrica. Se estructura en mercado diario e intradiario y los mercados de operación.

Mercado diario: es el mercado en el que se llevan a cabo las transacciones de compra y venta de energía eléctrica para el día siguiente.

Mercado intradiario: tiene por objeto atender los ajustes que en la oferta y demanda de energía se puedan producir con posterioridad a haberse fijado el mercado diario.

Mercados de operación: tienen por objeto adaptar los programas de producción resultantes de los mercados diarios e intradiarios a las necesidades técnicas de calidad y seguridad requeridas por el suministro de energía eléctrica. Están compuestos por la solución de restricciones técnicas, la asignación de los servicios complementarios y la gestión

de desvíos. Estos mercados son gestionados por RED ELÉCTRICA, como responsable de la operación del sistema.

Potencia instalada: potencia máxima que puede alcanzar una unidad de producción, durante un período determinado de tiempo, medida a la salida de los bornes del alternador.

Potencia neta: potencia máxima que puede alcanzar una unidad de producción medida a la salida de la central, es decir, deducida la potencia absorbida por los consumos en generación.

Producción b.a. (bornes de alternador): producción realizada por una unidad de generación medida a la salida del alternador.

Producción b.c. (barras de central): energías medidas en bornes de alternador deducidos los consumos en generación y bombeo.

Producción neta: producción de energía en b.a (bornes de alternador), menos la consumida por los servicios auxiliares y las pérdidas en los transformadores.

Producibile hidráulico: cantidad máxima de energía eléctrica que teóricamente se podría producir considerando las aportaciones hidráulicas registradas durante un determinado período de tiempo y una vez deducidas las detracciones de agua realizadas para riego o para otros usos distintos de la producción de energía eléctrica.

Programa base de funcionamiento (PBF): es el resultado de agregar al programa base de casación (programa resultante del mercado diario), la energía adquirida por los distribuidores al régimen especial y los

contratos bilaterales ejecutados. Asimismo contiene el desglose de las producciones previstas por los grupos generadores. Este desglose es necesario como paso previo a la realización del análisis de seguridad del PBF.

Red de Transporte: conjunto de líneas, parques, transformadores y otros elementos eléctricos con tensiones superiores o iguales a 220 kV y aquellas otras instalaciones, cualquiera que sea su tensión, que cumplan funciones de transporte, de interconexión internacional y, en su caso, las interconexiones con los sistemas eléctricos españoles insulares y extrapeninsulares.

Régimen especial: instalaciones abastecidas por fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración. Estas energías tienen un tratamiento económico especial. Comprende la energía producida por todas las instalaciones acogidas al Real Decreto 2818/1998 de 23 de diciembre y al Real Decreto 2366/1994 de 9 de diciembre.

Régimen ordinario: instalaciones obligadas a ofertar en el mercado de producción, excluidas las mayores de 50 MW que pertenecen al régimen especial.

Regulación secundaria: servicio complementario que tiene por objeto el mantenimiento del equilibrio generación-demanda, corrigiendo las desviaciones involuntarias, que se producen en la operación en tiempo real, del intercambio con el sistema europeo o de las desviaciones de la frecuencia del sistema respecto de los valores programados. Su horizonte temporal de actuación alcanza desde los 20 segundos hasta los 15 minutos. Se retribuye por dos conceptos: banda de regulación y energía de regulación secundaria.

Regulación terciaria: servicio complementario que tiene por objeto la restitución de la reserva de regu-

lación secundaria que haya sido utilizada. Es aportada mediante la acción manual de subida o bajada de potencia de las centrales de generación o de bombeo que la oferten al menor precio. La reserva terciaria se define como la variación máxima de potencia del programa de generación que puede efectuar una unidad de producción en un tiempo máximo de 15 minutos, y que puede ser mantenida, al menos, durante 2 horas.

Reservas hidroeléctricas de un embalse, en un momento dado, es la cantidad de energía eléctrica que se produciría en su propia central y en todas las centrales situadas aguas abajo, con el vaciado completo de su reserva útil de agua en dicho momento, en el supuesto de que este vaciado se realice sin aportaciones naturales. Los embalses de régimen **anual** son aquellos en los que, supuesto el embalse a su capacidad máxima, el vaciado del mismo se realizaría en un período inferior a un año. Los de régimen **hiper anual**, son aquellos en los que el tiempo de vaciado es superior al año.

Restricciones en tiempo real: se derivan de situaciones de alerta debidas a indisponibilidades del equipo generador, de la red de transporte o a demandas diferentes de las supuestas en el análisis de seguridad que se efectúa sobre el PBF.

Restricciones técnicas PBF: con posterioridad al Programa Base de funcionamiento, se analizan los programas de producción de los grupos (unidades físicas) y los intercambios internacionales previstos a fin de garantizar que estos programas son compatibles con que el suministro de energía eléctrica se realiza con las adecuadas condiciones de seguridad, calidad y fiabilidad y, en su caso, se resuelven las restricciones técnicas. En caso de que se identifiquen restricciones técnicas, éstas se resuelven modificando

(redespachando) los programas de producción, dando lugar a un programa técnicamente viable.

Servicios complementarios: servicios que resultan necesarios para asegurar el suministro de energía en las condiciones adecuadas de seguridad, calidad y fiabilidad requeridas. Incluyen: regulación primaria, regulación secundaria, regulación terciaria y control de tensión de la red de transporte (en el futuro se desarrollará el servicio complementario de Reposición del servicio).

Tasa de disponibilidad de la red de transporte: indica el porcentaje de tiempo total en que cada elemento de la red de transporte ha estado disponible para el servicio, ponderado por la potencia nominal de cada instalación, una vez descontadas las indisponibilidades por motivos de mantenimiento preventivo y correctivo, indisponibilidad fortuita u otras causas (como construcción de nuevas instalaciones, renovación y mejora).

TIM (Tiempo de interrupción medio): tiempo, en minutos, que resulta de dividir la ENS (energía no entregada al sistema debido a interrupciones del servicio acaecidas en la red de transporte), entre la potencia media del sistema peninsular.

Información elaborada con datos a 1 de marzo de 2004.

Edita:

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
Pº del Conde de los Gaitanes, 177
28109 Alcobendas · Madrid
www.ree.es

Diseño y maquetación:

Estudio Gráfico Juan de la Mata
www.juandelamata.com

Depósito Legal: M-27479-2004