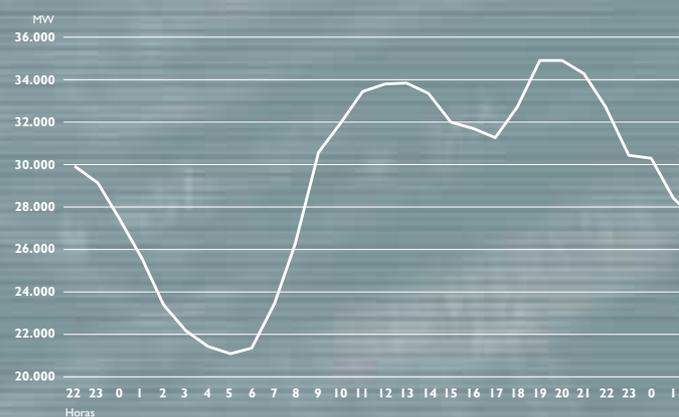




EL SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL

informe 2001



RED ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

Índice general



1. El Sector Eléctrico Español en 2001	5
2. Demanda de energía eléctrica	13
2.1 Comportamiento de la demanda de energía eléctrica	13
2.2 Factores explicativos del crecimiento de la demanda de energía eléctrica	13
Gráficos y cuadros	15
3. Cobertura de la demanda	19
3.1 Balance de potencia	19
3.2 Balance de energía	20
Gráficos y cuadros	21
4. Régimen ordinario	25
4.1 Equipo generador; altas y bajas	25
4.2 Utilización y disponibilidad	25
4.3 Producción hidráulica	26
4.4 Producción de centrales térmicas	27
4.4.1 Producción de centrales de carbón	
4.4.2 Producción de centrales térmicas de fuel y mixtas	
4.4.3 Producción de centrales nucleares	
Gráficos y cuadros	29
5. Régimen especial	41
5.1 Potencia instalada y energía adquirida al régimen especial	41
5.2 Previsiones de desarrollo de la generación en régimen especial	42
5.3 Coste de la energía adquirida al régimen especial	42
Gráficos y cuadros	45
6. Operación del sistema	47
6.1 El mercado de producción en 2001	47

6.2 Los mercados de operación en 2001	49
6.2.1 Solución de restricciones técnicas en el Programa Base de Funcionamiento	
6.2.2 Servicios complementarios	
6.2.3 Gestión de desvíos	
6.2.4 Solución de restricciones técnicas en tiempo real	
Gráficos y cuadros	55
7. Red de transporte	67
7.1 Red de transporte de energía eléctrica	67
7.2 Calidad de servicio de la red transporte	68
7.3 Carga de la red transporte	69
Gráficos y cuadros	70
8. Intercambios internacionales	81
8.1 Saldo de los intercambios internacionales	81
8.2 Contratos suscritos por RED ELÉCTRICA	81
8.3 Transacciones internacionales de los agentes del mercado y ejecución de contratos bilaterales físicos	82
8.4 Intercambios de Apoyo	83
8.5 Capacidad comercial disponible de las interconexiones y grado de utilización	83
Gráficos y cuadros	85
Anexos	91
La energía eléctrica por Comunidades Autónomas	91
Comparación internacional	101
Glosario de Términos	109



3

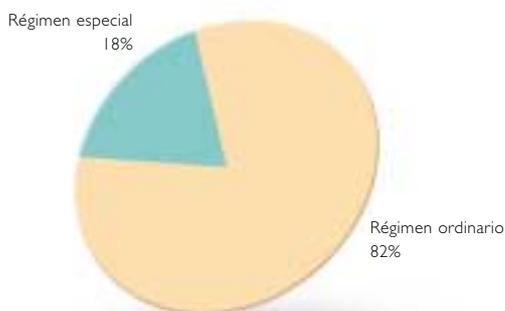
Cobertura de la demanda

3.1 Balance de potencia

La capacidad instalada en el parque generador del sistema peninsular, a 31 de diciembre de 2001, era 54.151 MW, de los cuales 44.181 MW correspondían al régimen ordinario y 9.970 MW al régimen especial. Durante el año se ha producido un incremento de la capacidad instalada de 1.312 MW, 102 MW correspondientes al régimen ordinario, 1.210 MW al régimen especial.

El margen de potencia instalada del régimen ordinario, en relación a la punta horaria media, representaba un 26,5%, 6 puntos inferior al del año anterior. En cualquier caso, el margen real se reduce al depender la capacidad efectiva del nivel de indisponibilidad y de la hidráulicidad.

Estructura de la potencia instalada

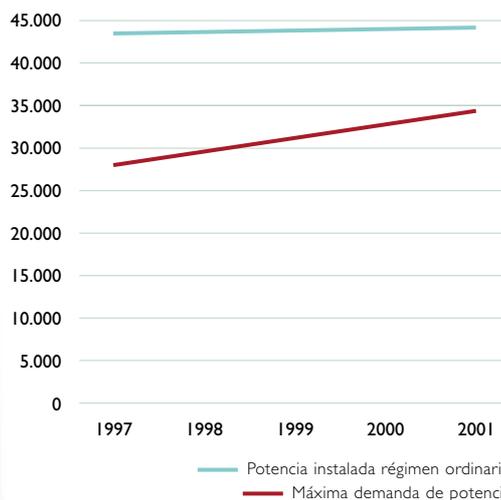


Potencia instalada total: 54.151 MW

La punta fue cubierta con 29.417 MW de potencia neta perteneciente al equipo generador del régimen ordinario, con 4.733 MW del régimen especial y 780 MW procedentes del saldo importador de los intercambios internacionales.

El saldo de intercambios se vio afectado por la ola de frío y el fuerte incremento de la demanda registrado ese día, que obligó a tomar medidas tanto del lado francés, supresión de las entregas

Relación entre punta horaria de demanda y potencia instalada del régimen ordinario (MW)



de energía correspondientes al contrato de suministro EDF-RED ELÉCTRICA, como del lado español, interrupción de las exportaciones y solicitud de energía de apoyo.



3.2 Balance de energía

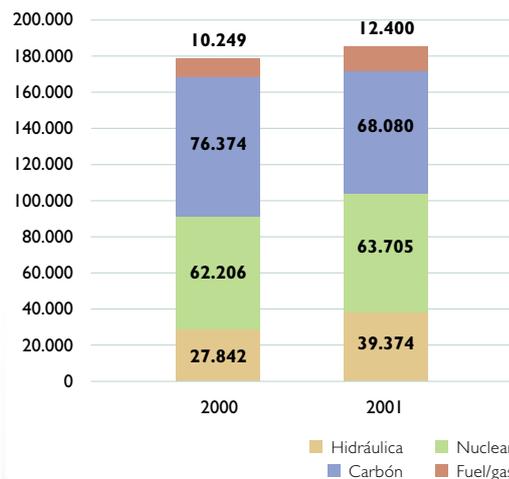
La demanda de energía eléctrica fue cubierta en un 83,5% con la producción de las centrales del régimen ordinario, un 14,8% por la energía adquirida a los productores en régimen especial, y un 1,7% por el saldo importador de los intercambios internacionales.

En comparación con 2000, la producción del régimen ordinario creció un 4,8%, propiciado por el elevado crecimiento de la demanda, así como por la evolución del régimen especial y saldo de intercambios internacionales:

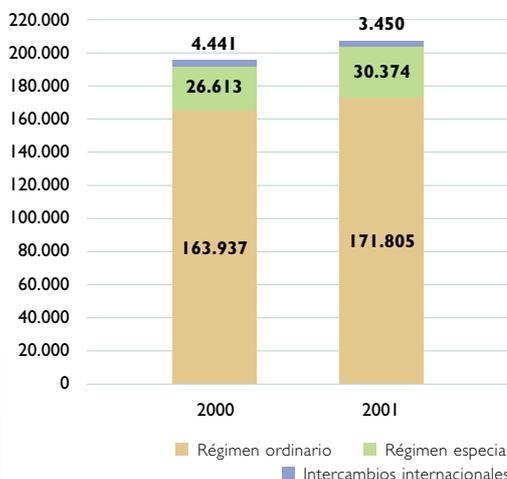
- El régimen especial, a pesar de registrar un incremento del 14,1%, ha visto frenado su ritmo de crecimiento por el peso de la energía no renovable, afectada por el alza en los precios del gas natural y productos derivados del petróleo.
- Por otra parte, el saldo importador de intercambios internacionales se ha reducido en un 22,3%, porcentaje que repite la disminución del año anterior:

La generación del régimen ordinario se incrementó en los distintos tipos de centrales a excepción del carbón, desplazado éste por el crecimiento experimentado por la producción hidráulica.

Estructura de la producción en b.a. del régimen ordinario por tipo de central (GWh)



Cobertura de la demanda en b.c. (GWh)



3

Cobertura de la demanda · Gráficos y cuadros**Índice**

- 22** Cobertura de la demanda de potencia media horaria para la punta máxima. 1998-2001
- 22** Balance de potencia instalada. Sistema eléctrico peninsular.
- 23** Evolución anual de la cobertura de la demanda de energía eléctrica. Sistema eléctrico peninsular.
- 23** Evolución mensual de la cobertura de la demanda de energía eléctrica. Sistema eléctrico peninsular.
- 24** Curva monótona de carga.



Cobertura de la demanda de potencia media horaria para la punta máxima. 1998-2001 (MW)

	1998 9 diciembre 19-20h	1999 16 diciembre 19-20h	2000 25 enero 19-20h	2001 17 diciembre 18-19h
Hidráulica	5.913	7.644	7.807	8.282
Hidráulica	4.822	6.488	6.647	6.529
Bombeo	1.091	1.156	1.160	1.753
Térmica	20.932	20.052	22.347	20.925
Nuclear	6.157	7.368	7.411	6.975
Carbón	10.195	10.043	10.274	9.683
Fuel	2.172	1.230	2.520	2.403
Mixtas	2.408	1.411	2.142	1.864
Total producción programa	26.845	27.696	30.154	29.207
Diferencias por regulación	259	-220	-713	210
Total régimen ordinario	27.104	27.476	29.441	29.417
Saldo físico interconexiones internacionales	-291	382	186	780
Andorra	-26	-63	-54	-90
Francia	425	800	295	255
Portugal	-600	0	300	415
Marruecos	-90	-355	-355	200
Régimen especial	2.671	3.389	3.609	4.733
Demanda (b.c.)	29.484	31.247	33.236	34.930

Balance de potencia instalada. Sistema eléctrico peninsular (MW)

	Potencia instalada a 31 de diciembre				
	1997	1998	1999	2000	2001
Hidráulica convencional y mixta	13.986	13.906	13.978	13.978	14.040
Bombeo puro	2.546	2.546	2.546	2.546	2.546
Hidráulica	16.532	16.452	16.524	16.524	16.586
Nuclear	7.581	7.632	7.686	7.799	7.816
Hulla + antracita	5.960	5.960	5.974	6.080	6.088
Lignito pardo	1.950	1.950	1.950	2.031	2.031
Lignito negro	1.450	1.450	1.450	1.502	1.502
Carbón importado	1.864	1.864	1.864	1.929	1.944
Carbón	11.224	11.224	11.238	11.542	11.565
Fuel/gas*	8.214	8.214	8.214	8.214	8.214
Total régimen ordinario	43.551	43.522	43.662	44.079	44.181
Régimen especial	4.612	5.713	7.206	8.760	9.970
Total	48.163	49.235	50.868	52.839	54.151

*Incluye GICC (Elcogás)

Evolución anual de la cobertura de la demanda de energía eléctrica. Sistema eléctrico peninsular (GWh)

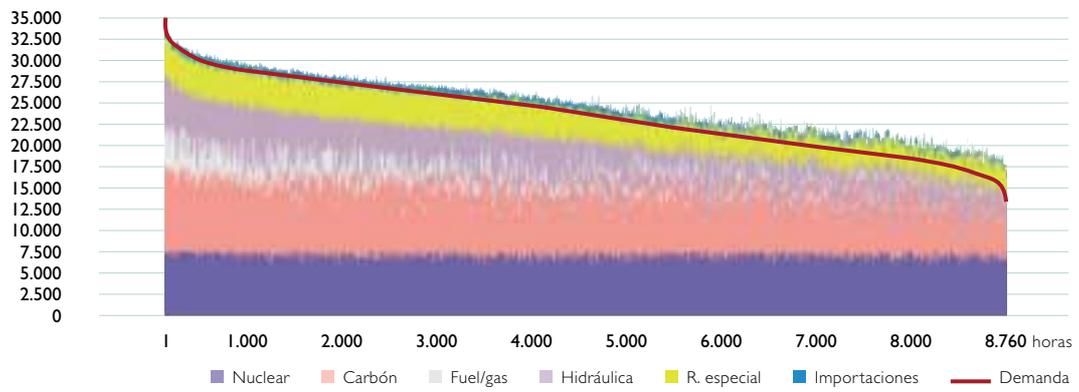
	1997	1998	1999	2000	2001	%2001/2000
Hidráulica	33.168	33.992	24.171	27.842	39.374	41,4
Nuclear	55.298	59.003	58.852	62.206	63.705	2,4
Carbón	62.098	60.190	72.315	76.374	68.080	-10,9
Fuel/gas	6.843	5.658	9.925	10.249	12.400	21,0
Producción (b.a.)	157.407	158.843	165.263	176.671	183.559	3,9
- Consumos en generación	6.351	6.309	7.224	7.827	7.613	-2,7
- Consumos bombeo	1.761	2.588	3.666	4.907	4.141	-15,6
Producción (b.c.)	149.295	149.946	154.373	163.937	171.805	4,8
+ Intercambios internacionales	-3.073	3.402	5.719	4.441	3.450	-22,3
+ Régimen especial	16.161	19.733	24.253	26.613	30.374	14,1
Demanda (b.c.)	162.383	173.081	184.345	194.992	205.630	5,5

Evolución mensual de la cobertura de la demanda de energía eléctrica. Sistema eléctrico peninsular (GWh)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Hidráulica	6.277	5.636	6.432	4.139	3.155	2.439	2.027	1.953	1.600	1.855	2.058	1.803	39.374
Nuclear	5.733	4.984	4.883	4.767	5.752	5.340	5.684	5.560	4.918	4.967	5.410	5.708	63.705
Carbón	4.091	3.610	3.586	4.019	5.145	6.174	6.755	6.614	6.958	6.966	6.811	7.351	68.080
Fuel/gas	546	451	464	180	373	1.234	1.445	1.291	1.385	1.355	1.398	2.278	12.400
Producción (b.a.)	16.647	14.681	15.365	13.105	14.425	15.187	15.911	15.418	14.861	15.143	15.677	17.140	183.559
- Consumos en generación	556	485	497	456	592	689	740	717	685	704	701	791	7.613
- Consumos bombeo	539	307	387	201	215	259	303	292	369	364	341	564	4.141
Producción (b.c.)	15.552	13.889	14.481	12.448	13.618	14.239	14.868	14.409	13.807	14.075	14.635	15.785	171.805
+ Intercambios internacionales	-38	22	-84	447	579	505	431	282	283	140	399	485	3.450
+ Régimen especial	2.776	2.583	2.846	2.635	2.490	2.333	2.336	2.303	2.323	2.510	2.545	2.691	30.374
Demanda (b.c.)	18.290	16.494	17.243	15.530	16.687	17.077	17.636	16.994	16.413	16.725	17.579	18.962	205.630



Curva monótona de carga (MW)



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).

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: son aquellos que son suministrados en alta tensión (1 kV). A partir del 1 de enero del año 2003 tendrán 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 cualifi-



cado 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 detraer 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.

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: comprenden todos los movimientos de energía que se han realizado 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.

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.

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 pro-



ducida 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 50MW 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 regulación 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 **hiperanal**, 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 medio en que cada elemento de la red de transporte ha estado

disponible para el servicio, 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:

TIEPI: es el tiempo de interrupción equivalente de la potencia instalada en los centros de transformación en media tensión.