



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA



Contribución de la generación nuclear en la Operación del Sistema Eléctrico español.

19 de Noviembre del 2010



Retos de la Unión Europea

Aumento emisiones UE 5%
y mundiales 55% hasta 2030

Dependencia energética en 2030 65%
Petróleo 93% y gas 84%
Necesidad de inversiones: 900 bill.€



**Desarrollo
Sostenible***

Creciente exposición a volatilidad de precios
Pérdida continua de poder adquisitivo
Necesidad de fomento inversiones en tecnología

**"Satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas, y para ello es necesaria una gestión de todos los niveles de la sociedad y de sus economías, que preserve la riqueza presente y mantenga el entorno natural para las generaciones futuras"*
(Término acuñado en la Comisión Mundial sobre Desarrollo y Medio Ambiente de 1987)

Escenario energético en España

Dónde estamos

- Incremento del consumo energético, sobre todo consumo eléctrico
 - La demanda eléctrica ha crecido un 68% desde el año 1996 Actual moderación del crecimiento debido a la crisis: Necesario plantear escenarios de largo plazo
 - Elevada relación entre la punta y el valle en la curva de carga
- Modelo sectorial: Liberalización del sector eléctrico con ofertas precioaceptantes en el mercado eléctrico de generación
- Creciente dependencia energética exterior
- Elevada emisión de CO₂: Cambio en el mix de generación. Introducción de renovables.

Dónde vamos

- La electricidad vector energético clave del futuro.
- Moderación crecimiento de demanda.
- Fuerte penetración de renovables: En 2020 el objetivo es que el 20% de la energía final provenga de renovables.
- Necesidad de potencia firme y flexible.

La creciente importancia de la electricidad en el consumo energético

- ❑ **La electricidad, vector energético fundamental del s. XXI:**
 - para la eficiencia energética
 - para la integración de las renovables
 - para la incorporación de tecnologías energéticas más limpias en las energías convencionales (energía nuclear)
 - para la sociedad del conocimiento
- ❑ **La singularidad de la electricidad:**
 - Input clave en otros sectores industriales y de servicios
 - Servicio de primera necesidad para una adecuada calidad de vida
 - Dificultad para diferir la demanda
 - Imposibilidad de almacenar la electricidad
 - Falta de servicios sustitutivos

Con independencia del modelo de sector eléctrico, la seguridad del suministro, fundamental en la prestación del servicio eléctrico



Hacia un nuevo modelo energético

Los objetivos marcados hacen necesario un cambio hacia un nuevo modelo energético:

- Uso masivo de energías de fuentes **renovables**
- Aprovechamiento y aplicación de medidas de **Gestión de la demanda**
- Integración generalizada de **Generación distribuida**
- Acumulación y **almacenamiento** de energía
- **Coordinación** internacional de TSOs
- Armonización del **mercado eléctrico**
- Gestión de **movilidad** del transporte en superficie con emisiones cero

Cambio de paradigma:
Subsistema → COORDINACIÓN ← Macro sistema



Operación del Sistema Eléctrico

Objetivos:

- ❑ **Garantizar la continuidad y seguridad del suministro eléctrico.**
- ❑ **Coordinar generación y transporte***, asegurando que la energía producida es transportada hasta las redes de distribución con las condiciones de calidad y seguridad exigibles en la normativa vigente.

* Según Ley 54/1997 del Sector Eléctrico, la red de transporte está constituida por:

- Líneas, parques, transformadores y otros elementos eléctricos con tensiones iguales o superiores a 220 kV.
- Otras instalaciones, cualquiera que sea su tensión, que cumplan funciones de transporte o de interconexión internacional.

El equilibrio dinámico Generación-Consumo

- La energía eléctrica no se puede almacenar (en la cuantía que requiere un sistema eléctrico).



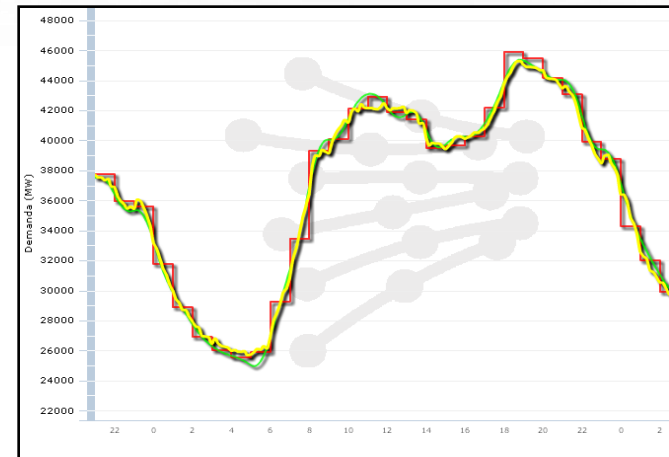
En cada instante se debe generar la energía demandada por los consumidores.

- La programación de los mercados diario e intradiarios debe ser modificada por el OS para adaptarla a la realidad física del sistema.

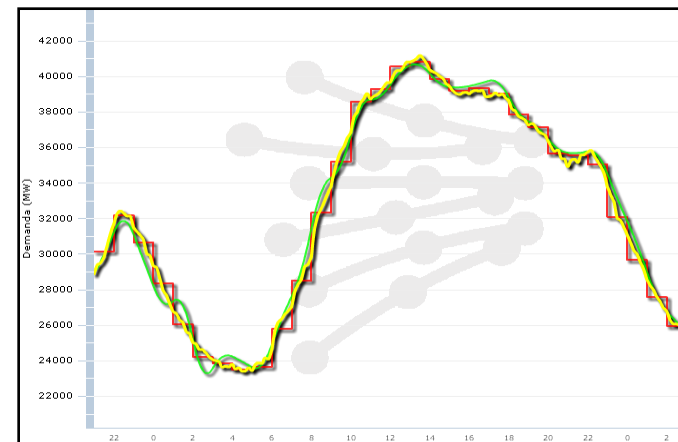


Servicios de Ajuste (generación gestionable).

Máximo diario 45455 MW a las 18:50 h 17/12/2007

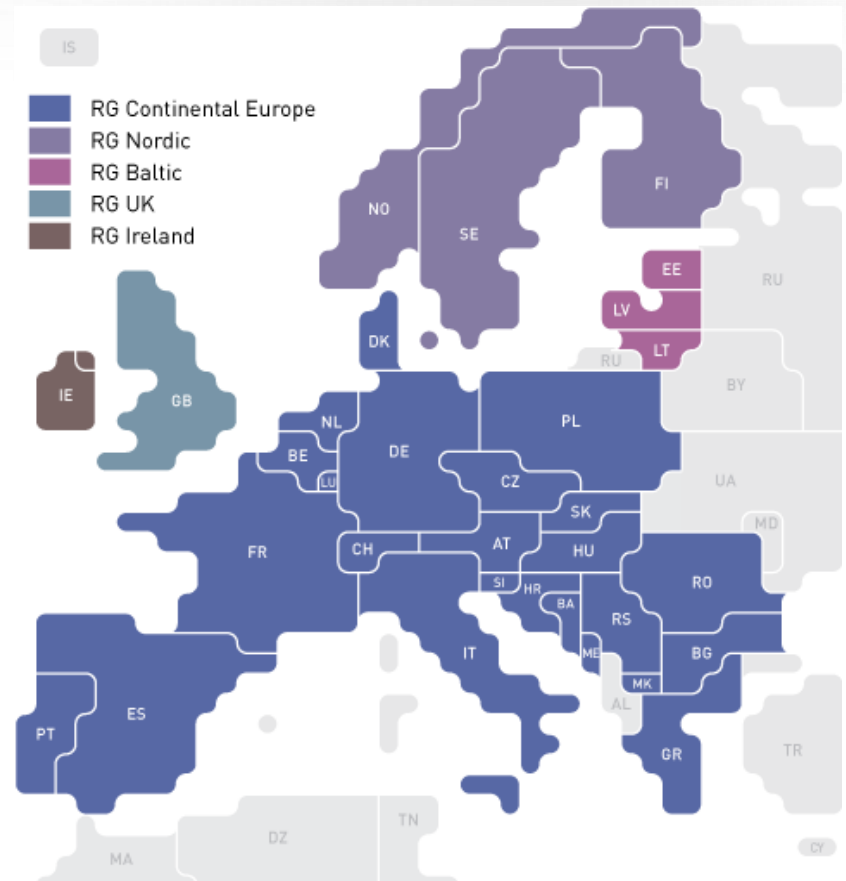


Máximo diario 41318 MW a las 13:26 h 19/07/2010



Sistema interconectado europeo

- Sistema síncrono más grande del mundo.
- Cada subsistema debe tratar de mantener el equilibrio generación-demanda.
- Si en un subsistema se rompe el equilibrio generación-demanda a causa de una perturbación, la acción conjunta de todos los subsistemas volvería a restablecerlo mediante la modificación de la generación o del consumo.



Planificación y Programación

Planificación:

Sirve para asegurar que el sistema eléctrico esté correctamente dimensionada para atender el consumo que se produzca:

- Red capaz de transportar la energía desde las centrales de producción hasta los centros de consumo.
- Equipo generador capaz de producir la energía eléctrica que requieran los consumidores.

Programación:

Objetivos:

- Detectar las posibles situaciones de riesgo por no contar con suficiente generación para alimentar la demanda.
 - Escenarios con diferente hidráulicidad, consumo y tasa fallo fortuito del equipo generador.
- Programar las indisponibilidades de la RdT para realizar trabajos de mantenimiento y nuevos refuerzos.
- Supervisar la disponibilidad del equipo generador.
- Calcular la capacidad de intercambio comercial a través de las interconexiones con los sistemas vecinos.

Varios años de antelación Un año de antelación

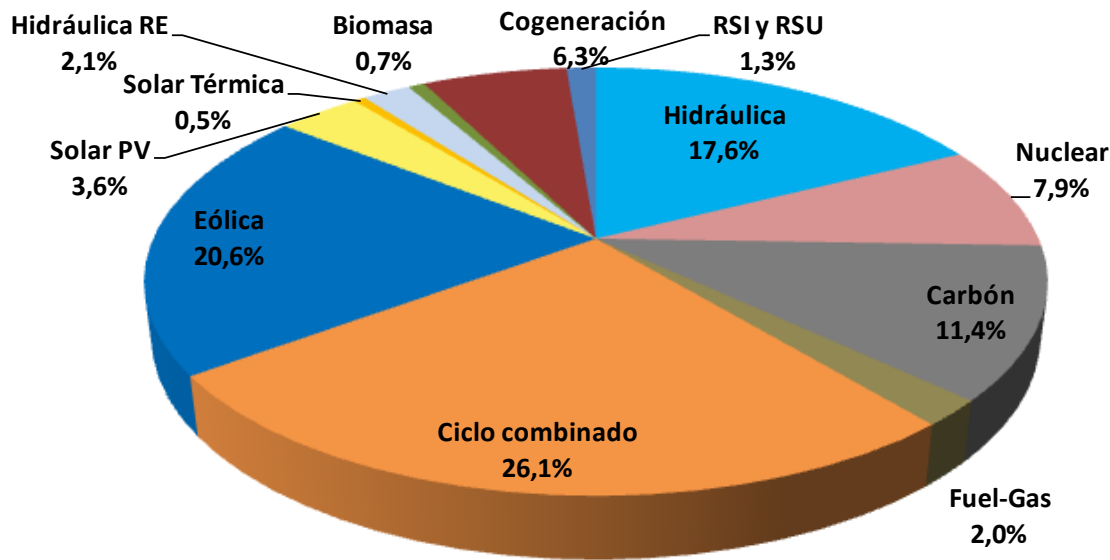


Los Servicios de Ajuste y la Operación en tiempo real

- 1 de enero de 1998: Mercado de Producción de Energía Eléctrica + Mercados de los Servicios de Ajuste del Sistema

- Mercados de los Servicios de Ajuste:
 - Solución de restricciones técnicas.
 - Servicios Complementarios de regulación secundaria y terciaria.
 - Servicio Complementario de control de tensión.
 - Gestión de los desvíos generación-consumo.

Potencia neta instalada octubre 2010



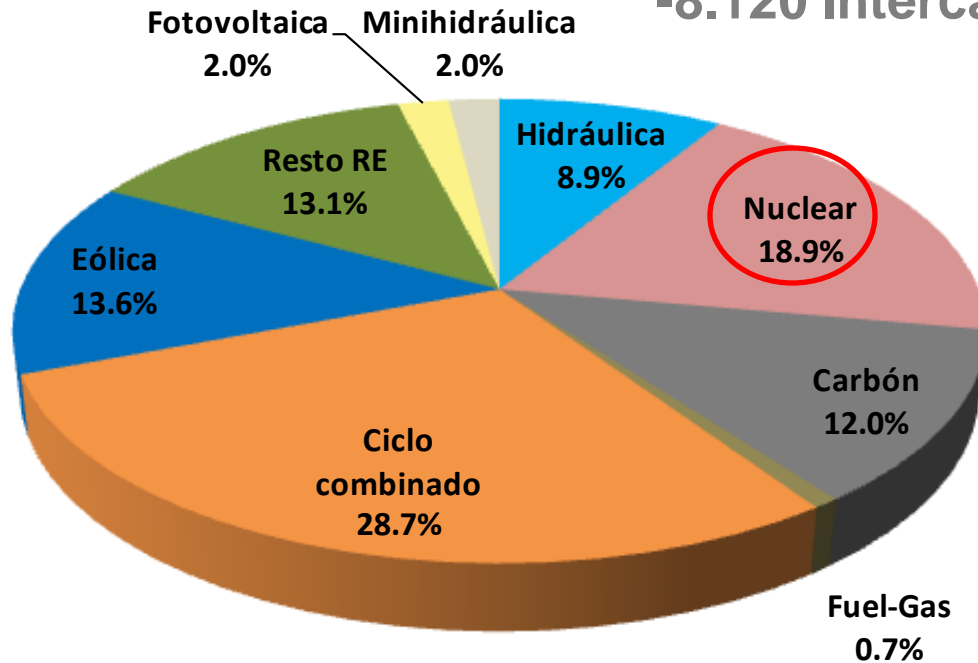
Tecnología	MW	%
Hidráulica	16.657	17,6
Nuclear	7.455	7,9
Carbón	10.789	11,4
Fuel-Gas	1.849	1,95
Ciclo combinado	24.633	26,1
Total régimen ordinario	61.383	64,96
Eólica	19.442	20,5
Solar	3.872	4,1
Biomasa	684	0,7
Hidráulica RE	1.965	2,1
Cogeneración	5.946	6,3
RSI y RSU	1.204	1,2
Total régimen especial	33.114	35,04

Total 94.497

11

Cobertura de la demanda de 2009

251.509 GWh = 181.614 Régimen Ordinario neto
 + 81.785 Régimen Especial neto
 -3.770 Consumo bombeo
 -8.120 Intercambios internacionales



Régimen Especial

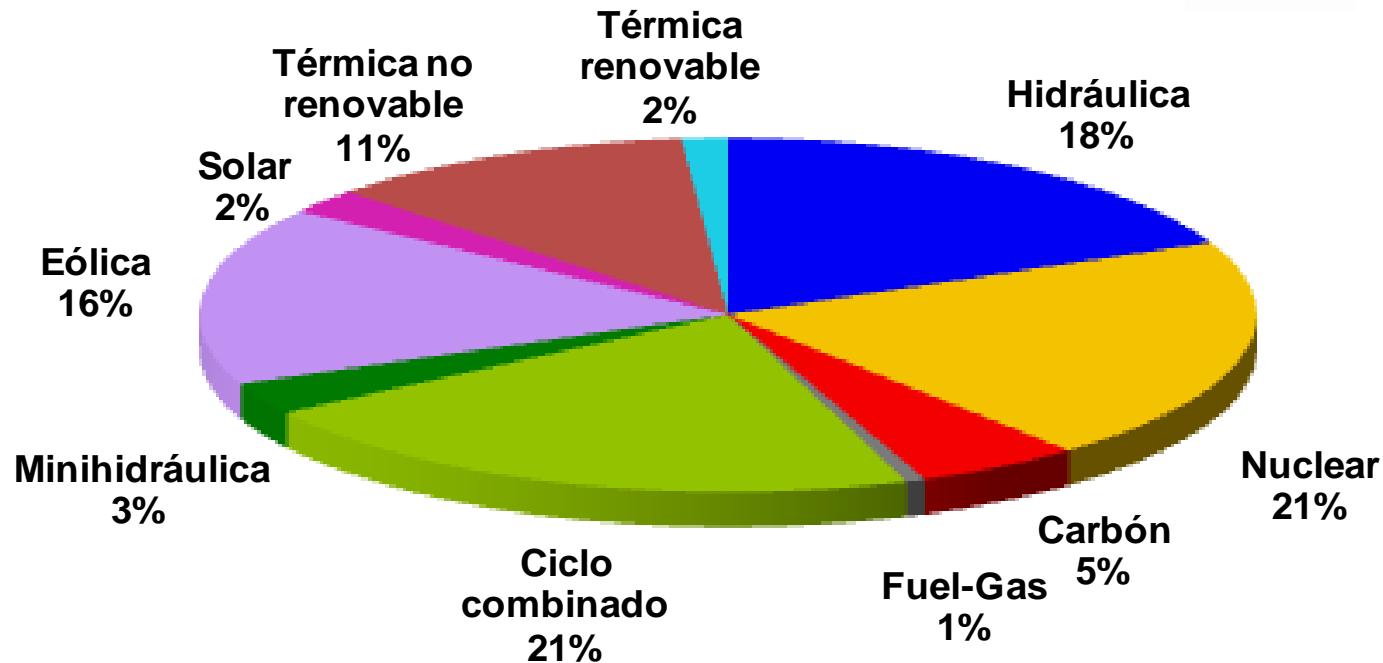
Renovables:

- Mini-hidráulica
- Biomasa
- Eólica
- R.S. Industriales
- R.S. Urbanos
- Fotovoltaica

No Renovables:

- Calor residual
- Carbón
- Fuel - Gas oil
- Gas de refinería
- Gas natural

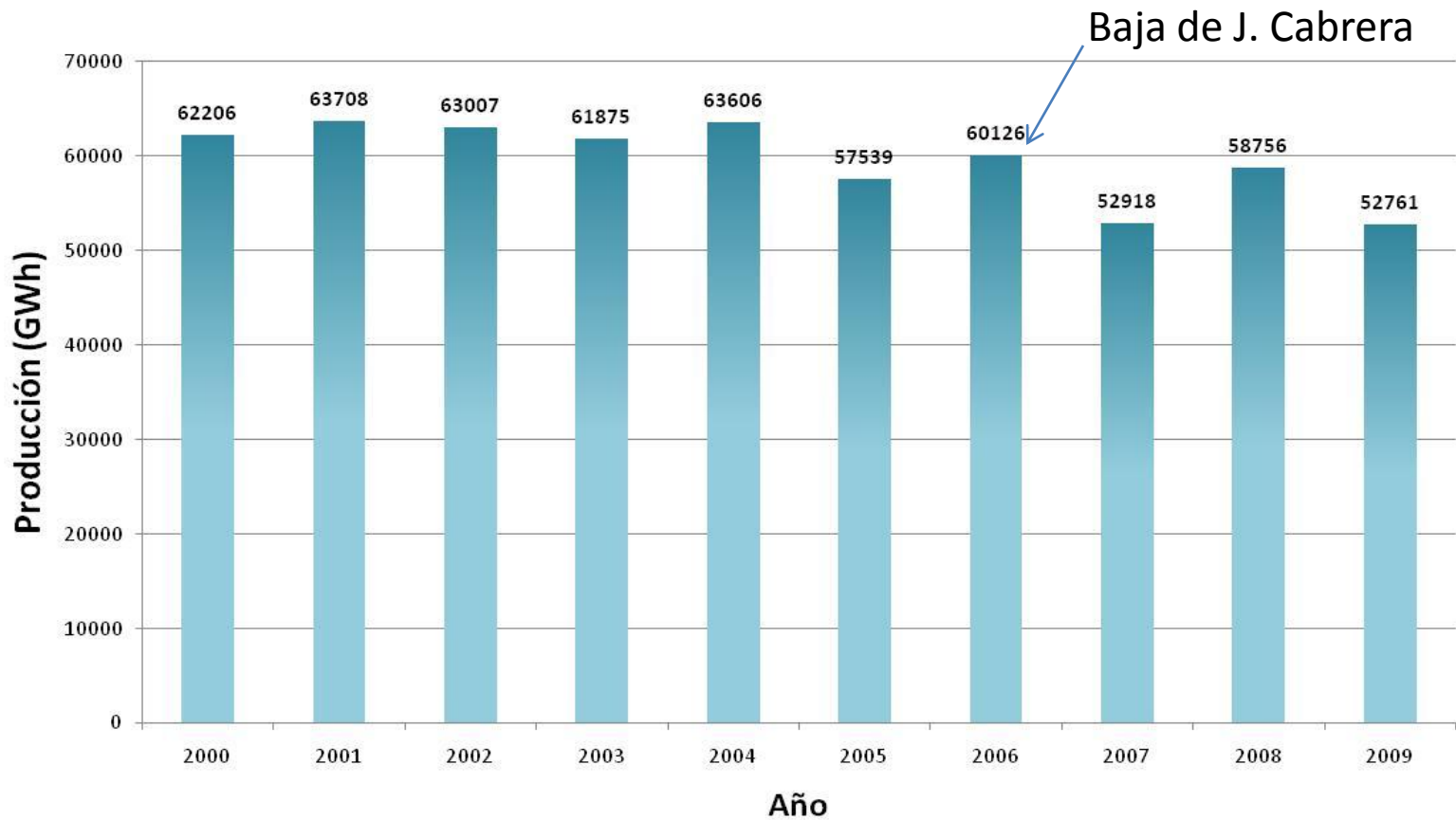
Cobertura de la demanda en el primer semestre de 2010



■ Alta contribución de energías renovables - 41%- debido a la alta hidraulicidad y eolicidad durante este periodo.

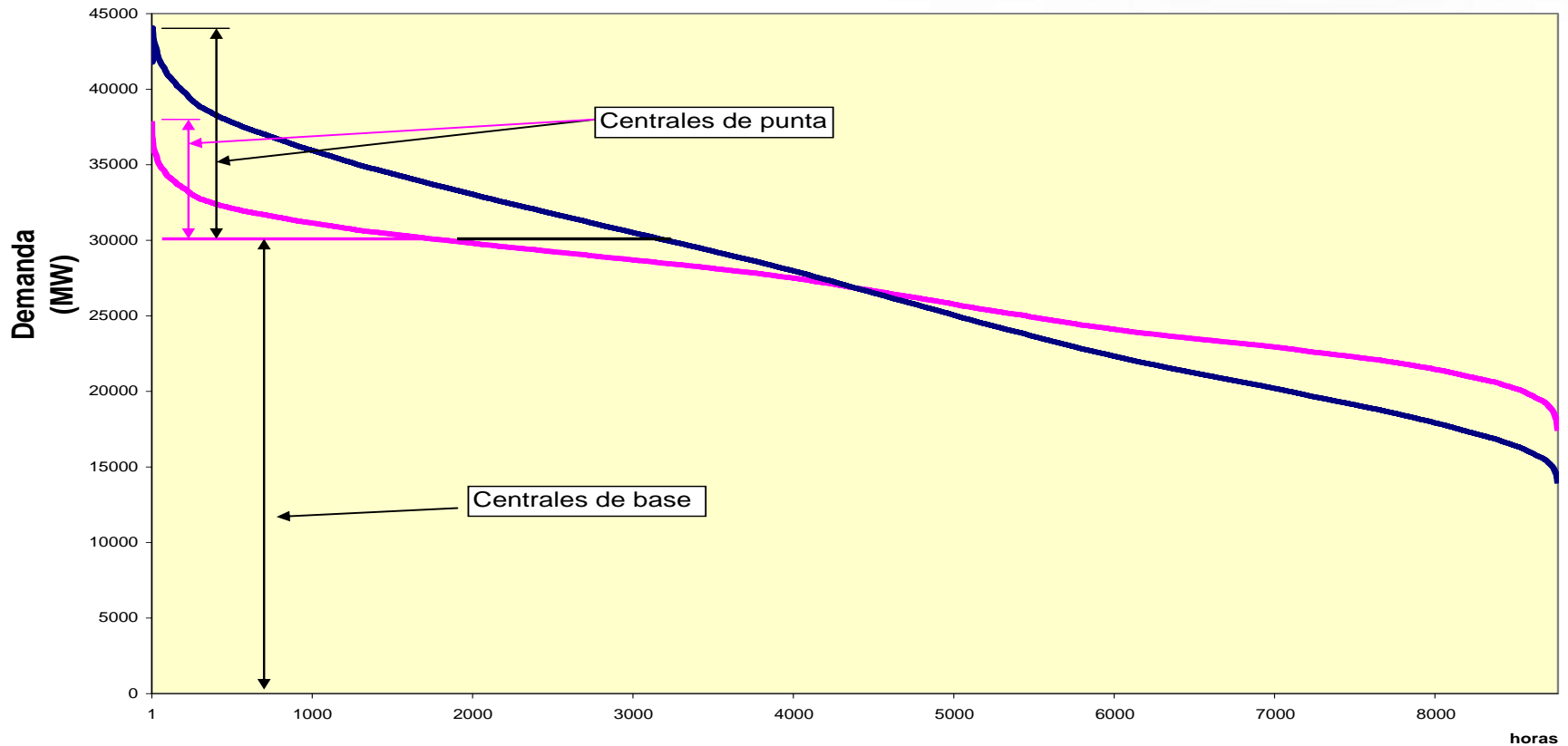
Energía anual generada por Centrales Nucleares

- Aportación de **energía de base predecible** en términos anuales



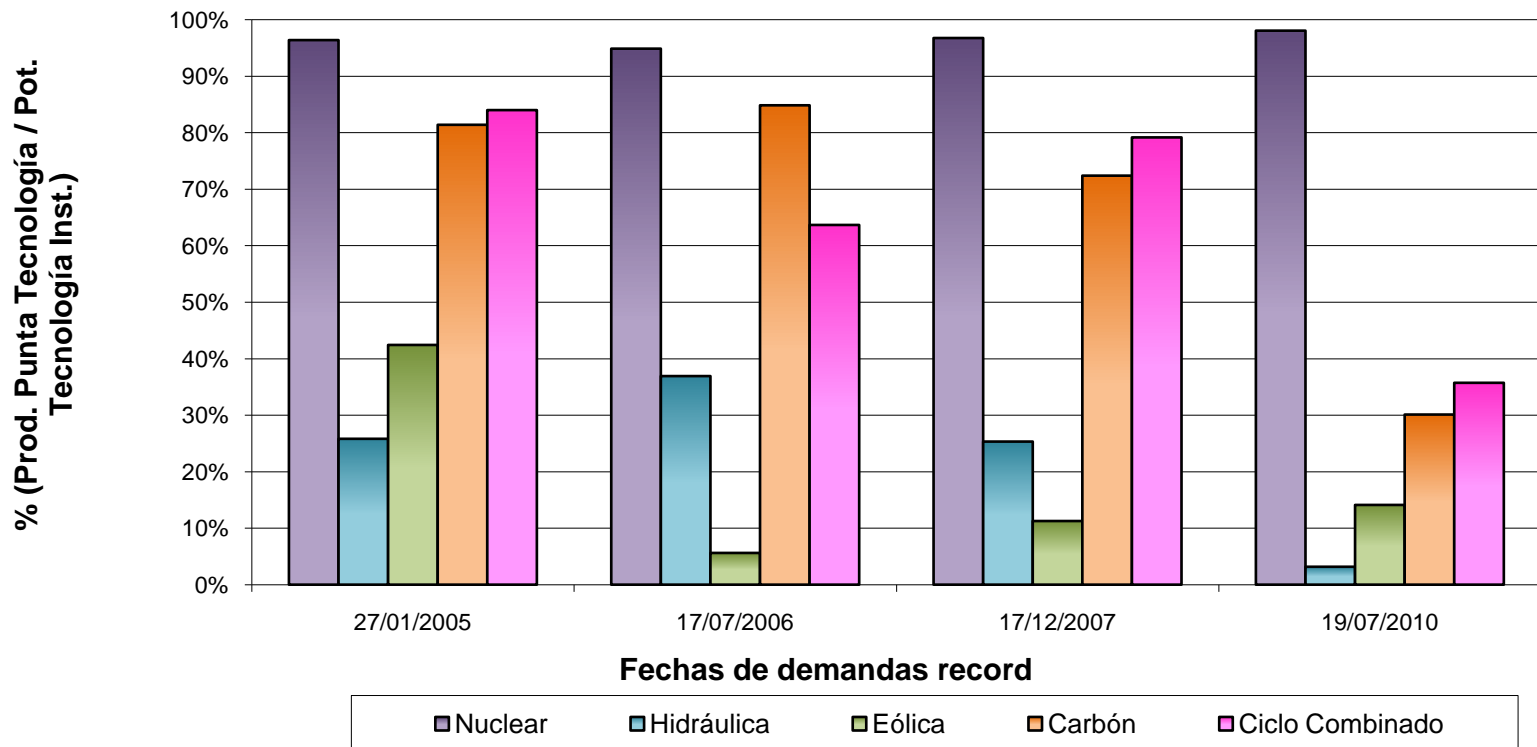
Apuntamiento de la demanda

Con la misma energía de demanda anual, el achatamiento de la punta permite evitar capacidad de punta y un uso más intensivo de la generación de base



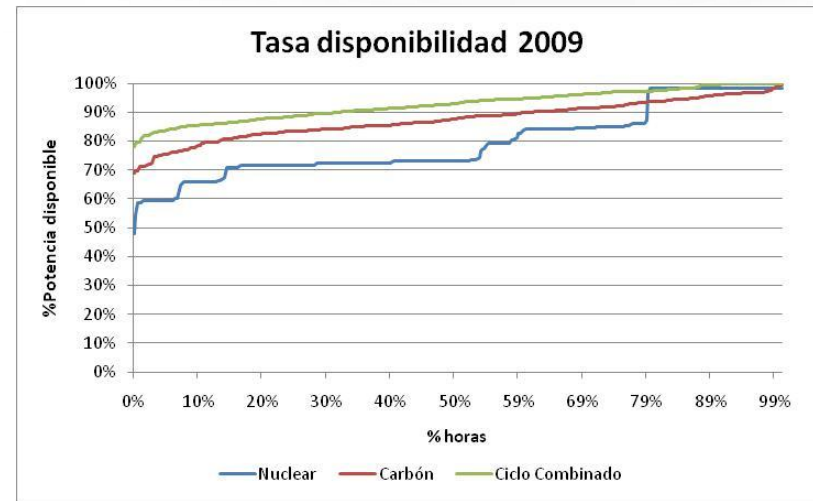
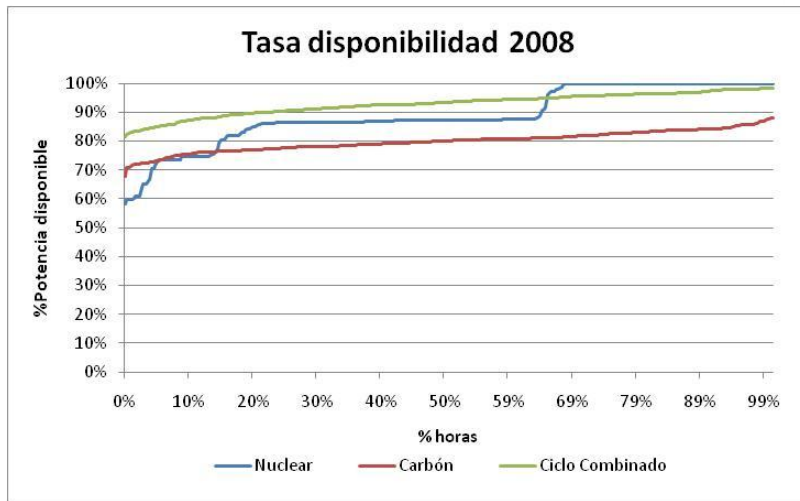
Contribución de las diferentes tecnologías en puntas de demandas

- Aportación de potencia **fiable cuando lo necesita el sistema.**



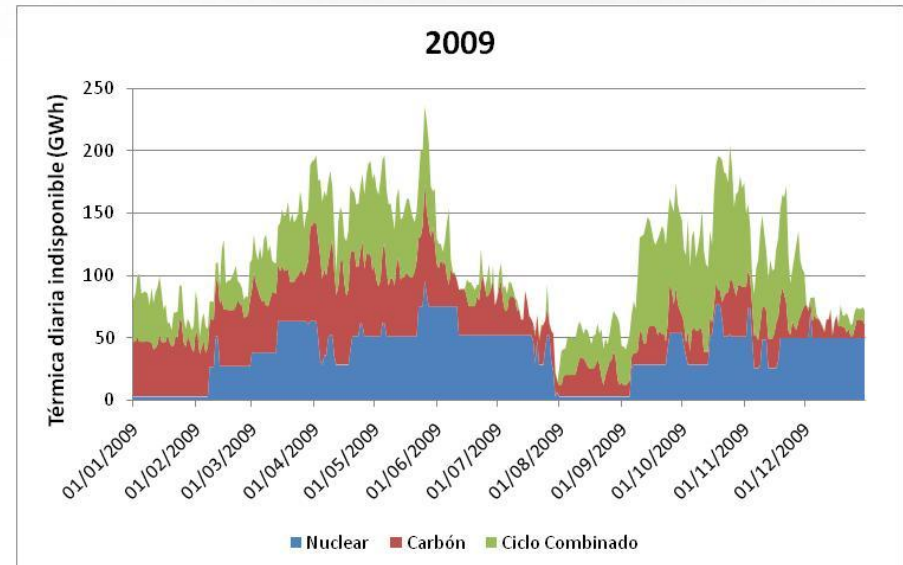
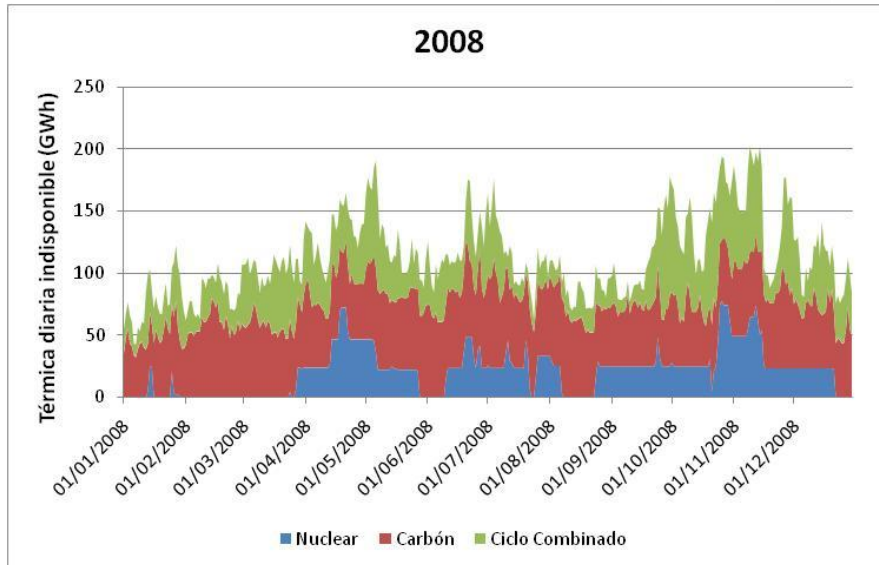
Coeficiente simultaneidad de generación nuclear superior al 94 % en todos los casos

Tasa disponibilidad 2008 y 2009 (I)




- La mayor parte de las **indisponibilidades** nucleares corresponden a sus periodos de revisión y mantenimiento, es decir, son **predecibles**.
- Las **tasas de fallo** fortuito son **reducidas**.

Tasa disponibilidad 2008 y 2009 (II)

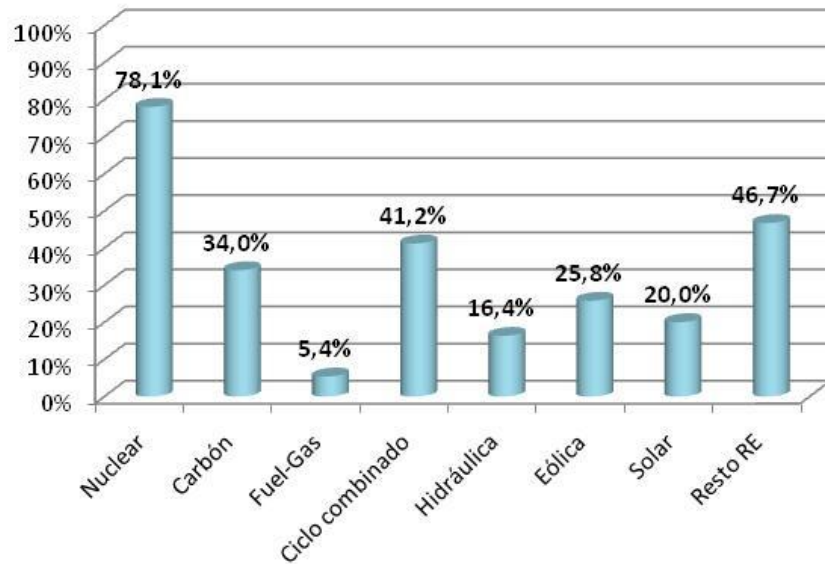


- El mantenimiento de las centrales se programa fundamentalmente en los periodos de demandas moderadas.

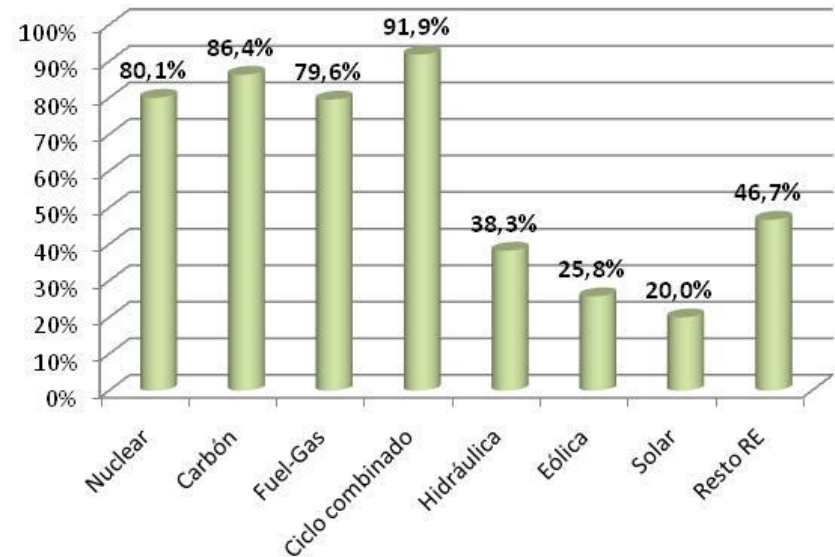
Factor de utilización y Factor de disponibilidad

- Costes variables bajos
 - **Disponibilidad total de energía primaria**
- 
- Factor de utilización prácticamente igual al factor de disponibilidad

Factor utilización 2009



Factor disponibilidad 2009





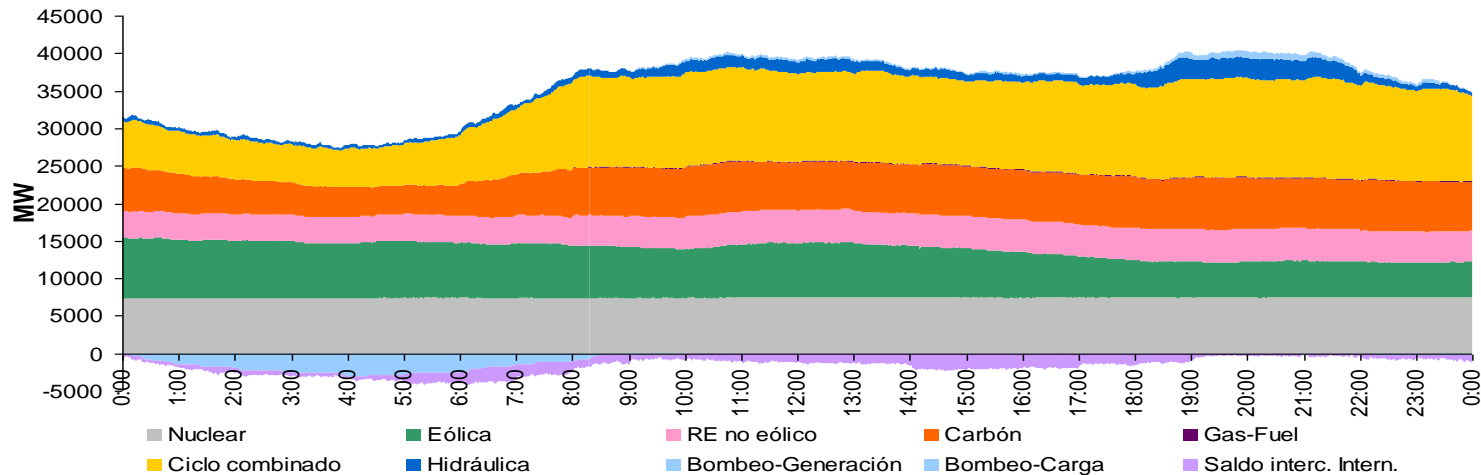
Régimen de funcionamiento de las centrales nucleares

- Su programa coincide con su potencia disponible, sin márgenes de reserva a subir.
- Prácticamente nula posibilidad de modificación de la producción ante requerimiento del sistema eléctrico.

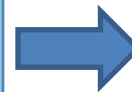


- **No** participan en los **servicios de ajuste** para mantener el equilibrio entre generación y demanda –regulación secundaria, terciaria y gestión de desvíos-
- **Si** participan de forma efectiva en el **control de tensión** ➡ mayor estabilidad de las tensiones del sistema.
- **Si** aportan **inercia** al sistema eléctrico al tratarse de grandes máquinas síncronas acopladas casi permanentemente al sistema ➡ mayor estabilidad dinámica del sistema.

Cobertura de la demanda en días de importantes diferencias entre valle y la punta



No participación del RE en servicios de ajuste
 Funcionamiento en base de centrales nucleares
 Hidráulica fluyente



Estrecho margen en los valles
 para las centrales que regulan y
 aportan servicios de ajuste.

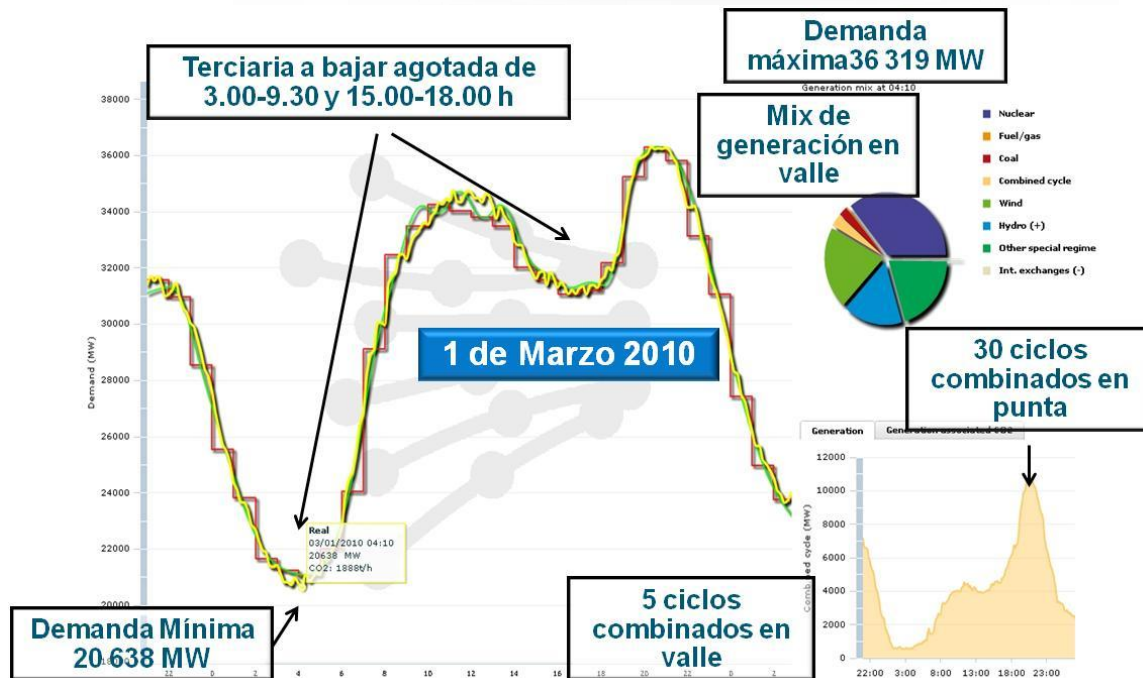
Problemas de balance de potencia en valle

Producción de energía con fuentes renovables no gestionables y nuclear desacoplada a las necesidades del sistema.



En algunos valles necesidad de:

- Reducción extrema de la producción térmica o hidráulica
- Reducción de la generación de origen renovable



La reducción de la producción nuclear o la parada de un grupo nuclear supondría unos costes muy elevados y provocaría unas restricciones importantes para la operación del sistema, por las incertidumbres en su acoplamiento y disponibilidad en horas punta.



Control de Tensión y Resolución de Restricciones Técnicas

- **Control de la absorción y generación de energía reactiva:**
 - Incidencia directa en el control de la tensión y, por tanto, fundamental para la seguridad del sistema.

- **Ubicación estratégica en la Red de Transporte:**
 - El efecto de la repercusión de la energía reactiva en el nivel de tensión decrece rápidamente con la distancia. Influencia local.
 - Centrales Nucleares perfectamente distribuidas en la Red de Transporte.
 - La producción en base de Centrales Nucleares evita la programación de otras centrales por solución de restricciones técnicas.
 - Reducción de costes.
 - Aporte de fiabilidad al sistema eléctrico.

- **Comportamiento ante perturbaciones:**
 - Buen comportamiento frente a perturbaciones en el sistema eléctrico.




Garantía de la generación nuclear

- Sus características técnicas- económicas hacen que no puedan ser utilizadas en los mercados de reserva
 - Coste variable muy reducido (generación de base)
 - Gran rigidez de carga
- Fiabilidad

Las CC.NN han tenido en España una excelente disponibilidad durante los últimos años, superior en la mayoría de ellos al 90%. Sin embargo, incidentes aislados han causado en algunos casos indisponibilidades de larga duración.
- Seguridad de suministro
 - Disponibilidad de combustible nuclear asegurada:
 - Reservas abundantes de uranio
 - Fabricación nacional de elementos combustibles.

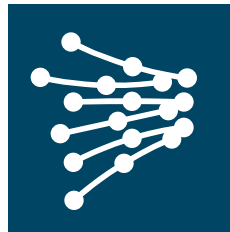


Conclusiones

- **Importante contribución de las centrales nucleares en la cobertura de la demanda del sistema.**
 - Energía aportada en términos anuales predecible.
 - Muy alta probabilidad de disponibilidad en los momentos de mayor demanda del sistema.
 - Contribución a la estabilidad de las tensiones del sistema eléctrico.
 - Importante contribución a la estabilidad dinámica del sistema.
 - Predictibilidad de los escenarios de operación.
 - En definitiva aporta **gran fiabilidad al sistema eléctrico** que, en general, no aporta la generación renovable no gestionable.
- **Por el contrario, su falta de flexibilidad operativa:**
 - Impide su participación en los servicios de ajuste del sistema.
 - Dificulta la integración de la generación renovable no gestionable.



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

www.ree.es