

# RESULTADOS Y PERSPECTIVAS NUCLEARES



**2004**

Un año de energía nuclear



# ÍNDICE

CARTA DEL PRESIDENTE .....	2
DATOS DESTACABLES DEL AÑO 2004 .....	4
1. LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS .....	5
1.1 Titularidad .....	5
1.2 Producción .....	6
1.3 Potencia .....	6
1.4 Indicadores de funcionamiento .....	7
1.5 Autorizaciones de explotación .....	8
1.6 Paradas de recarga .....	8
1.7 Aspectos destacables y expectativas para el año 2005 .....	9
1.8 Gestión de los residuos radiactivos .....	17
2. OTRAS INSTALACIONES NUCLEARES ESPAÑOLAS .....	19
2.1 Fábrica de elementos combustibles de Juzbado .....	19
2.2 Centro de almacenamiento de RBMA de El Cabril .....	19
2.3 Desmantelamiento de la central nuclear de Vandellós I .....	20
3. EL SECTOR NUCLEAR EN EL MUNDO .....	21
3.1 La Unión Europea .....	22
3.2 Principales acontecimientos en los países europeos .....	23
3.3 Estados Unidos .....	27
4. DESARROLLOS TECNOLÓGICOS .....	29
4.1 Programas de I+D+I nuclear en el sector eléctrico español ..	29
4.2 Fusión Nuclear. Proyecto ITER .....	30
4.3 VI Programa marco de I+D de la Unión Europea .....	31
4.4 Proyecto INPRO del OIEA .....	32
4.5 Generación IV de centrales nucleares .....	32
SOCIOS DEL FORO NUCLEAR .....	33

# CARTA DEL PRESIDENTE

La generación de electricidad de origen nuclear en el mundo en el año 2004 alcanzó un récord de 2.686 millones de MWh, con un aumento del 3,7% respecto al año anterior, representando casi una quinta parte de la electricidad consumida a nivel mundial.

A finales del año había 441 reactores en operación, y otros 22 en construcción, con excelentes niveles de seguridad, y dando respuesta a los cada vez mayores retos medioambientales. En este sentido, dos figuras muy representativas del mundo ecologista y de la política internacional, como son el creador de la teoría Gaia, James Lovelock, y el político Mihail Gorbachov, han expresado su firme convencimiento de que la energía nuclear es el único camino para luchar contra el cambio climático que se avecina.



En el ámbito europeo, hay que destacar que desde el 1 de mayo diez nuevos países forman parte de la Unión Europea. Su entrada significa que 13 de los 25 estados miembros producen electricidad con energía nuclear, representando más del 38% del total consumido en el conjunto de la Unión.

El debate sobre las fuentes de energía disponibles, la garantía de suministro y los retos medioambientales ha puesto en evidencia los aspectos positivos de la energía nuclear. Su necesidad presente y futura ha obligado a lanzar iniciativas sobre la seguridad y la disposición de los residuos, que serán objeto de desarrollo en los próximos años.

En Finlandia ha comenzado la construcción del quinto reactor nuclear, y en Francia se ha aprobado una nueva Ley sobre Energía, que mantiene a la energía nuclear como el principal método de producción de electricidad en el país, y que apoya la construcción de un nuevo reactor EPR, que estará en funcionamiento en la próxima década.

En España, el funcionamiento de los nueve reactores nucleares ha sido satisfactorio, produciendo 63.674 millones de kWh, el 22,8% del total de la producción eléctrica. Los niveles de seguridad, los factores de productividad y las variables económicas han resultado positivos en el balance anual. La producción nuclear ha contribuido a contener los costes de la generación de electricidad y a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

En este sentido, la entrada en vigor del Protocolo de Kioto en febrero de 2005 hace aún más necesaria la continuidad del funcionamiento de las centrales nucleares, puesto que al no producir emisiones de CO<sub>2</sub>, ayudan al cumplimiento de los compromisos adquiridos por el país con la ratificación del Protocolo.

Es inevitable señalar, además, que los escenarios energéticos futuros basados en un crecimiento mundial sostenido harán más difícil, si cabe, para los países deficitarios en productos energéticos desarrollar un sistema eléctrico sin energía nuclear. Por tanto, los poderes públicos tienen la responsabilidad de facilitar una información veraz y completa que permita la toma de decisiones futuras adecuadas.

Por otro lado, y según los Reales Decretos por los que se establece la tarifa eléctrica para el año 2005 y se aprueban las reformas para el impulso a la productividad, desde el 1 de abril de 2005, ENRESA facturará a las empresas titulares de las centrales nucleares, en función de su producción, la provisión del fondo para la financiación de los costes correspondientes a la gestión de los residuos radiactivos y del combustible gastado generados por las mismas, así como a su desmantelamiento y clausura. Se establece, también, que el Estado asumirá la titularidad de los residuos radiactivos una vez se haya procedido a su almacenamiento definitivo.

El balance global del año 2004 ha sido positivo para el sector nuclear español. Y así continuará siéndolo en el futuro, ya que nuestras centrales, con el apoyo de toda la industria, seguirán siendo necesarias para una producción de electricidad segura, económica, fiable y respetuosa con el medio ambiente, que garantice, a corto, medio y largo plazo, alcanzar los objetivos de un progreso sostenible.

**Eduardo González Gómez**  
*Presidente*

# DATOS DESTACABLES AÑO 2004

Las centrales nucleares españolas han producido 63.674,81 millones de kWh, lo que ha supuesto el 22,86% de la producción eléctrica total.

La producción de electricidad de las centrales nucleares españolas se ha incrementado un 2,87% respecto al año anterior.

La producción de energía eléctrica ha aumentado un 5,3% respecto al año 2003, con una cifra total de 278.425 millones de kWh.

El consumo de energía eléctrica aumentó un 3,7% respecto al año 2003, alcanzando la cifra de 238.730 millones de kWh. Desde el año 1997, el consumo neto en España ha experimentado un incremento acumulado del 47%.

El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio ha renovado la Autorización de Explotación de la Central Nuclear de Trillo el 16 de noviembre de 2004 por un periodo de 10 años.

Los indicadores de funcionamiento globales de las centrales nucleares españolas han sido los siguientes:

Factor de Carga: 92,02%

Factor de Operación: 93,86%

Factor de Disponibilidad: 92,70%

Factor de Indisponibilidad No Programada: 2,78%

# 1

# LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

## 1.1 TITULARIDAD

Las empresas propietarias de las centrales nucleares españolas a 31 de diciembre de 2004 son las siguientes:

CENTRAL NUCLEAR	EMPRESA PROPIETARIA	
José Cabrera	Unión Fenosa	100%
Sta. María de Garoña	Nuclenor	100% (*)
Almaraz I	Iberdrola	53%
	Endesa	36%
	Unión Fenosa	11%
Almaraz II	Iberdrola	53%
	Endesa	36%
	Unión Fenosa	11%
Ascó I	Endesa	100%
Ascó II	Endesa	85%
	Iberdrola	15%
Cofrentes	Iberdrola	100%
Vandellós II	Endesa	72%
	Iberdrola	28%
Trillo	Iberdrola	48%
	Unión Fenosa	34,5%
	Hidrocantábrico	15,5%
	Nuclenor	2% (*)

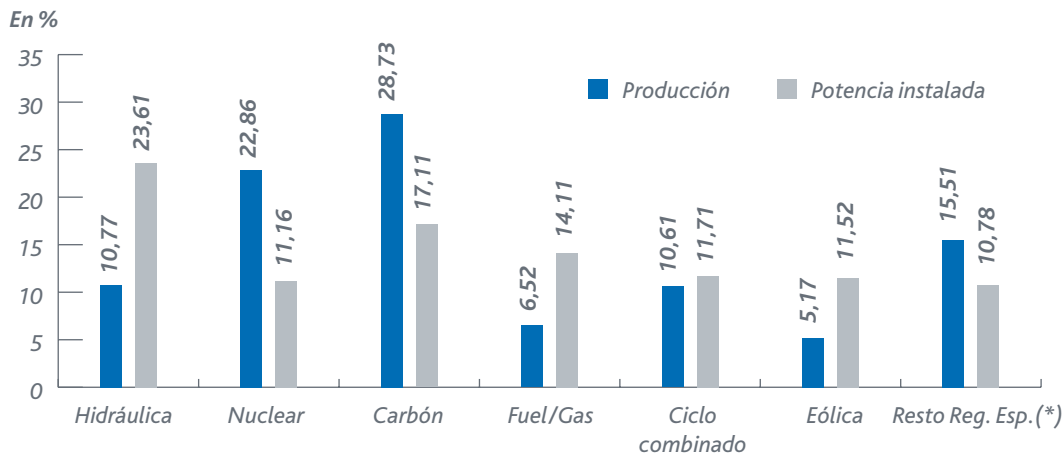
(\*) Nuclenor se encuentra participada por Iberdrola 50% y Endesa 50%

# 1 LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

## 1.2 PRODUCCIÓN

Durante el año 2004, la producción de energía eléctrica de las nueve centrales nucleares españolas fue de 63.674,81 millones de kWh, lo que representa un 22,86% del total de la producción eléctrica del país, que fue de 278.425 millones de kWh. Durante el año, la producción de electricidad de origen nuclear se ha incrementado un 2,87% respecto al año 2003.

En el sistema eléctrico español, la contribución en términos de potencia y de producción de las distintas fuentes de generación durante el año 2004 es la siguiente:



(\*) Cogeneración, minihidráulica, biomasa, residuos

Fuente: UNESA – Avance Estadístico de la Industria Eléctrica 2004 y REE – El Sistema Eléctrico Español – Avance del informe 2004

## 1.3 POTENCIA

A 31 de diciembre de 2004, la potencia total instalada en España era de 70.565 MW, de los que 7.877,9 MW corresponden a la potencia de las nueve centrales nucleares, lo que representa un 11,16% del total de la capacidad instalada en el país.

La potencia de cada una de las centrales nucleares es la siguiente:

CENTRAL NUCLEAR	POTENCIA (MWe)
José Cabrera	150,1
Sta. María de Garoña	466
Almaraz I	977
Almaraz II	980
Ascó I	1.032,5
Ascó II	1.027,2
Cofrentes	1.092
Vandellós II	1.087,1
Trillo	1.066
<b>TOTAL</b>	<b>7.877,9</b>

Fuente: UNESA. Datos a 31 de diciembre de 2004



## 1.4 INDICADORES DE FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento de las nueve unidades que integran el parque nuclear español ha sido extraordinario, tanto en seguridad como en disponibilidad y costes. Los indicadores de funcionamiento, durante el año 2004, han sido los siguientes:

CENTRAL NUCLEAR	PRODUCCIÓN (GWh)	FACTOR DE CARGA (%)	FACTOR DE OPERACIÓN (%)	FACTOR DE DISPONIBILIDAD (%)	FACTOR DE INDISPONIBILIDAD NO PROGRAMADA (%)
José Cabrera	1.246,21	94,55	96,64	94,58	4,92
Sta. M <sup>a</sup> Garoña	4.049,59	98,93	99,16	98,77	0,29
Almaraz I	8.521,61	99,30	100,00	99,89	0,10
Almaraz II	7.829,51	90,95	92,01	91,48	0,93
Ascó I	8.074,68	89,03	90,74	89,92	0,76
Ascó II	7.238,10	80,22	83,38	82,38	9,54
Cofrentes	9.148,11	95,37	96,28	95,03	1,90
Vandellós II	9.032,03	94,58	96,65	95,84	4,04
Trillo	8.534,97	91,15	92,45	91,59	2,76
<b>TOTAL</b>	<b>63.674,81</b>	<b>92,02</b>	<b>93,86</b>	<b>92,70</b>	<b>2,78</b>

**Factor de carga:** Relación entre la energía eléctrica producida en un período de tiempo y la que se hubiera podido producir en el mismo período funcionando a la potencia nominal.

**Factor de operación:** Relación entre el número de horas que la central ha estado acoplada a la red y el número total de horas del período considerado.

**Factor de disponibilidad:** Complemento a 100 de los factores de Indisponibilidad Programada y No Programada.

**Factor de indisponibilidad programada:** Relación entre la energía que se ha dejado de producir por paradas o reducciones de potencia programadas en un período atribuibles a la propia central y la energía que se hubiera podido producir en el mismo período funcionando a la potencia nominal.

**Factor de indisponibilidad no programada:** Relación entre la energía que se ha dejado de producir por paradas o reducciones de potencia no programadas atribuibles a la propia central en un período de tiempo y la energía que se hubiera podido producir en el mismo período funcionando a la potencia nominal.

Durante el año 2004 se produjeron un total de diez paradas automáticas no programadas, una menos que en 2003. El número de paradas no programadas fue de dos, una más que en el año anterior.

## 1.5 AUTORIZACIONES DE EXPLOTACIÓN

Durante el año 2004, el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo renovó, con el informe previo favorable del Consejo de Seguridad Nuclear, la Autorización de Explotación de la Central Nuclear de Trillo por un período de 10 años.

CENTRAL NUCLEAR	FECHA DE AUTORIZACIÓN ACTUAL	PLAZO DE VALIDEZ
José Cabrera	15/10/2002	30/04/2006 (*)
Sta. María de Garoña	5/07/1999	10 años
Almaraz I	8/06/2000	10 años
Almaraz II	8/06/2000	10 años
Ascó I	1/10/2001	10 años
Ascó II	1/10/2001	10 años
Cofrentes	19/03/2001	10 años
Vandellós II	14/07/2000	10 años
Trillo	16/11/2004	10 años

(\*) El 15 de octubre de 2002 el Ministerio de Economía renovó la Autorización de Explotación de la Central Nuclear de José Cabrera hasta el 30 de abril de 2006. Según la Orden del Ministerio de Economía, ésta constituye la última prórroga para dicha central, por lo que tendrá que cesar definitivamente su explotación en esa fecha.

El período de funcionamiento de una central nuclear no tiene un plazo fijo. Las Autorizaciones de Explotación se renuevan periódicamente tras la evaluación del Consejo de Seguridad Nuclear y la aprobación del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. En la actualidad, la tendencia es conceder las autorizaciones por 10 años.

## 1.6 PARADAS DE RECARGA

La parada de recarga es el período de tiempo que se para la central para desarrollar el conjunto de actividades necesarias para la renovación del combustible nuclear. Tiene una duración media de 30 días. En función de las características de cada central, el ciclo de operación, es decir, el tiempo entre cada parada de recarga, es habitualmente de 12, 18 o 24 meses. En la parada de recarga también se llevan a cabo las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de todos los sistemas, componentes e instalaciones de la central.



# 1 LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

Las paradas de recarga de las centrales nucleares españolas llevadas a cabo durante el año 2004 y previstas para el año 2005 se resumen en la tabla siguiente:

CENTRAL NUCLEAR	2004	PREVISTO 2005
José Cabrera	15/11/2003 a 14/01/2004	febrero 2005
Sta. María de Garoña	-	marzo 2005
Almaraz I	-	-
Almaraz II	4/10/2004 a 30/10/2004	marzo 2005
Ascó I	4/09/2004 a 7/10/2004	-
Ascó II	12/03/2004 a 10/04/2004	octubre 2005
Cofrentes	-	mayo 2005
Vandellós II	-	marzo 2005
Trillo	14/05/2004 a 7/06/2004	abril 2005

## 1.7 ASPECTOS DESTACABLES Y EXPECTATIVAS PARA EL AÑO 2005

A continuación se detallan las actividades más destacables de las centrales nucleares españolas durante el año 2004 y los objetivos previstos para el año 2005:

### CENTRAL NUCLEAR JOSÉ CABRERA

Durante 2004, la central generó 1.246,21 millones de kWh, con un factor de carga del 94,55%, lo que ha supuesto un récord histórico de producción, al superar el anterior máximo de 1988, cuando la producción fue de 1.197 millones de kWh.

La producción eléctrica equivale al 75% de la demanda de energía eléctrica de la provincia de Guadalajara.

A lo largo de 2004, la central registró 1.323 días sin incidentes que requiriesen paradas automáticas, con lo que superó el récord de 1.028 días de 1996.

El día 15 de abril se realizó el simulacro anual del Plan de Emergencia Interior, con el fin de mantener el grado de entrenamiento del personal ante hipotéticas situaciones de emergencia y detectar posibles mejoras cuando se ponen a prueba. El simulacro se efectuó sin incidir en la operación, con presencia de personal del Consejo de Seguridad Nuclear y en coordinación con Protección Civil.

Se realizaron cuatro simulacros de defensa contra incendios, uno por trimestre, con resultados satisfactorios, en los que estuvieron presentes inspectores del Consejo de Seguridad Nuclear. Estos simulacros tienen como misión comprobar y mantener el entrenamiento del personal y el buen estado de los equipos.

El 14 de julio la central cumplió 36 años de funcionamiento, habiendo aportado a la red eléctrica 34.360 millones de kilovatios hora desde el inicio de su operación.

El 23 de diciembre se realizó un simulacro de incidente medioambiental convencional, con el objetivo de comprobar el conjunto de medios técnicos, humanos y de organización necesarios

# 1 LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

para hacer frente a una situación de emergencia medioambiental, siendo los resultados satisfactorios.

La Asociación Española de Normativa y Certificación (AENOR) efectuó los días 5, 6 y 7 de mayo la auditoría de seguimiento sobre la certificación de calidad UNE-EN ISO-9001 y de renovación de los sistemas de gestión medioambiental UNE-EN ISO-14001, con resultados satisfactorios.



Durante el mes de septiembre, un equipo multidisciplinar de la World Association of Nuclear Operators (WANO) llevó a cabo una evaluación independiente a la dirección de la organización de la central, poniendo de manifiesto los resultados, la efectividad de los sistemas y la adecuación de la estructura organizativa.

El 19 de octubre se presentó al Ministerio de Industria la solicitud de autorización de ejecución y montaje de la modificación de diseño para el almacenamiento temporal de combustible en seco en contenedores refrigerados por convección natural, necesario para facilitar el proceso del futuro desmantelamiento de la central, para lo que se ha de transferir el combustible irradiado, actualmente almacenado en la piscina interna del recinto de contención, a un almacén temporal individualizado dentro del emplazamiento.

Los objetivos de la central para el año 2005 son operar en el marco de la Autorización de Explotación vigente hasta el 30 de abril de 2006. Con anterioridad a esta fecha, el Ministerio de Industria, previo informe del Consejo de Seguridad Nuclear, establecerá una nueva Autorización, indicando los límites y condiciones a las que se deberán ajustar las actividades a realizar en la central hasta la obtención de la Autorización de Desmantelamiento.

La central va a continuar su operación a plena carga, con total garantía de la seguridad a las personas y al medio ambiente, hasta alcanzar el fin del XXVIII ciclo de operación, parando la central para realizar la vigésimo octava y última parada de recarga (febrero de 2005), en la que se ha procedido a la sustitución de 16 elementos de combustible, así como la realización de actividades de mantenimiento, inspección y prueba de equipos y sistemas.

## CENTRAL NUCLEAR DE SANTA MARÍA DE GAROÑA

Durante 2004, la central generó 4.049,59 millones de kWh, con un factor de carga del 98,93%, lo que supone la mejor producción anual desde el inicio de la operación de la planta, y más del 40% del consumo eléctrico de Castilla y León.

El día 18 de abril se procedió a parar la central durante 3 días para la realización de una parada programada de mantenimiento, en la que se realizaron diversas actividades de mejora y modernización de equipos e instalaciones, entre las que se pueden destacar la revisión del regulador mecánico de presión de la turbina, el mantenimiento de una válvula de aislamiento de vapor principal y la sustitución de los sellos de las dos bombas de recirculación del circuito primario. Esta parada se planificó con antelación, ya que estas actividades no podían realizarse con la central en funcionamiento.

El 20 de mayo se realizó el simulacro de emergencia interior en el que participó todo el personal de la planta. La supervisión del ejercicio fue llevada a cabo por inspectores del Consejo de Seguridad Nuclear en la propia planta, así como desde su sede en Madrid.

En el mes de septiembre, la empresa General Electric dio a conocer el listado mundial de las centrales nucleares de agua en ebullición con mejor funcionamiento en el año 2003. Entre estas instalaciones se encuentra la Central Nuclear de Santa María de Garoña, como una de las 10 mejores europeas por su funcionamiento durante el año 2003, siendo distinguida con Mención de Honor.

En los meses de octubre y noviembre, tres técnicos de Nuclenor participaron en las revisiones de seguridad de las centrales nucleares de Emsland (Alemania), Forsmark (Suecia) y Laguna Verde (Méjico). Los técnicos formaron parte de los respectivos equipos internacionales de WANO compuestos por técnicos de diferentes nacionalidades de Europa, África y América.

En marzo de 2005 se ha realizado la parada de recarga de combustible y mantenimiento correspondiente al ciclo XXIII de operación. Entre las actividades más importantes que se han llevado a cabo durante la misma están la inspección de internos de la vasija, la sustitución de cableado de potencia y de instrumentación y control en diversas áreas, la sustitución del transformador de arranque y la revisión del cuerpo de alta presión de la turbina.

También se va a continuar con el Proyecto 2019 encaminado a la obtención de la renovación de la Autorización de Explotación en 2009 por 10 años más, y se va a completar la segunda parte del ciclo bienal del Mantenimiento a Potencia, finalizar los programas para la Mejora de Trabajos en Planta y completar la implantación de la Gestión Integrada de Seguridad.

Durante el mes de octubre, está previsto recibir a la misión PROSPER de la Organización Internacional de la Energía Atómica (OIEA), consistente en una revisión y evaluación por seis expertos internacionales durante ocho días de la eficiencia del proceso de experiencia operativa de la central.



## CENTRAL NUCLEAR DE ALMARAZ

Durante 2004, la unidad I generó 8.521,61 millones de kWh, con un factor de carga del 99,30%, lo que ha supuesto la mayor producción anual por unidad en la central. La unidad II generó 7.829,51 millones de kWh, con un factor de carga del 90,95%.

Se han generado un total de 16.351,12 millones de kWh, lo que supone la producción conjunta más alta de la historia de la central.

Del 4 al 30 de octubre tuvo lugar la decimoquinta recarga de combustible y las actividades de mantenimiento general correspondientes a la unidad II, con una duración de 25,5 días. Durante la misma, y dentro del Plan de Actualización Tecnológica de la central, se ha llevado a cabo la instalación de un sistema digital para el control electro-hidráulico de las turbinas (DEH).

Se ha procedido a la reubicación y mejora de medios del Centro de Apoyo Técnico (CAT), que es el lugar de reunión del director de emergencia y los responsables de los grupos de actuación desde el que se dirige una emergencia o un simulacro de la misma.

Durante la semana del 14 al 18 de junio tuvo lugar la Evaluación de Seguimiento (Follow-Up) de la Evaluación de Peer Review de WANO, consistente en la verificación de la implantación de las acciones propuestas por la central para dar respuesta a las áreas de mejora planteadas en el Peer Review llevado a cabo en ejercicios anteriores. Para ello, un grupo de cinco expertos de WANO revisaron las acciones propuestas y comprobaron su ejecución, con resultados satisfactorios.

El día 18 de noviembre se llevó a cabo el simulacro anual de emergencia, y el Consejo de Seguridad Nuclear propuso la inclusión de un suceso iniciador relativo a seguridad física. Durante su desarrollo se activaron todas las organizaciones implicadas, comprobándose la coordinación de las mismas, así como las vías de comunicación establecidas. Los resultados se clasificaron como satisfactorios.

El día 25 de noviembre se llevó a cabo, con resultado también satisfactorio, el simulacro anual de incendio, que tiene como misión comprobar y mantener el entrenamiento del personal y el buen estado de los equipos.

Durante el año 2005 está prevista la decimoséptima parada de recarga en la unidad I. Está prevista la finalización de la instalación de la nueva instrumentación digital en los sistemas de control de turbina y control del reactor, iniciada en el año 2004. Se va a instalar un quinto generador diesel de emergencia y se van a actualizar los equipos de recarga: modificación en la ventilación de la tapa del reactor, mejoras en el control de la grúa polar, mejoras en el control, motores, etc. de la grúa manipuladora de combustible, mejoras en el sistema de transferencia de combustible.







## CENTRAL NUCLEAR DE ASCÓ

Durante 2004, la unidad I generó 8.074,68 millones de kWh, con un factor de carga del 89,03%, y la unidad II generó 7.238,10 millones de kWh, con un factor de carga del 80,22%.

Desde el 4 de septiembre al 7 de octubre tuvo lugar la decimoséptima recarga de combustible y las actividades de mantenimiento correspondientes a la unidad I, con una duración de 33,6 días. Desde el 12 de marzo al 10 de abril tuvo lugar la decimoquinta recarga de combustible y las actividades de mantenimiento correspondientes a la unidad II, con una duración de 28,9 días.

El día 16 de octubre se produjo la parada automática no programada de la unidad II por la avería de la fase T del transformador principal, sustituyéndose por el transformador de repuesto, con una duración de la parada de nueve días. El día 23 de noviembre se produjo de nuevo una parada automática no programada de la unidad II, por la avería de la fase S del transformador principal. Se procedió al traslado, adaptación e instalación del transformador de reserva de la central de Vandellós II, con una duración total de la parada de 21,5 días.

Durante el año ha tenido lugar una Visita de Asistencia Técnica por parte de un grupo de expertos de WANO (World Association of Nuclear Operators), con el objetivo de identificación de áreas de mejora en cuanto a prácticas y supervisión de trabajos.

La rápida proliferación de "mejillones Zebra" experimentada en el río Ebro ha alcanzado niveles preocupantes para todas las actividades que requieren la captación del agua del río. Diversos estudios teóricos y la consecuente realización de diversas pruebas han demostrado la viabilidad y efectividad del tratamiento térmico contra los mejillones zebra. Por este motivo, se ha establecido la metodología para aplicar dicho tratamiento periódicamente, que consiste en elevar la temperatura del agua de circulación a aproximadamente 36 °C durante dos horas, llevándose a cabo en los días 2 de julio y 4 de noviembre.

El día 2 de diciembre se realizó el simulacro anual de emergencia, con el fin de mantener el grado de adiestramiento del personal ante hipotéticas situaciones de emergencia y detectar posibles mejoras cuando se ponen a prueba.

Durante el año 2005, está prevista en el mes de octubre la decimosexta recarga de la unidad II, en la que se seguirán realizando las labores de inspección, mantenimiento preventivo, correctivo y las modificaciones de diseño que mantienen las centrales actualizadas.

# 1 LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

Se va a proceder al fortalecimiento del proceso de fiabilidad de equipos, sistemas y componentes y a la mejora en la preparación y supervisión de tareas, potenciando inicialmente las áreas de comportamientos y de estado físico de la instalación.

También se llevará a cabo un Peer Review por parte de un grupo internacional de expertos de WANO.

## CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

Durante 2004, la central generó 9.148,11 millones de kWh, con un factor de carga del 95,37%, la máxima producción anual en la historia de la central. Dicha producción supuso una contribución al mercado eléctrico nacional del 3,5%, mientras que para la Comunidad Valenciana el porcentaje de contribución fue del 60%.

En el mes de octubre se celebró el vigésimo aniversario de la primera conexión de la central a la red eléctrica nacional.

Tras la parada de recarga del año 2003, la central arrancó con una nueva potencia térmica de 3.237 MWt. Pasados unos meses funcionando a este régimen y al objeto de homologar la nueva potencia eléctrica bruta correspondiente, entre los días 5 y 9 de febrero de 2004, técnicos del Área de Industria y Energía de la Delegación de Gobierno en Valencia realizaron la denominada prueba de 100 horas, tras la cual se ha obtenido el nuevo valor de potencia eléctrica bruta instalada, fijado en 1.092,02 MWe.

Entre el 2 y el 11 de mayo, con una duración de diez días, se llevó a cabo una parada programada para la sustitución de dos elementos de combustible dañados (de los 624 que componen el núcleo del reactor), que habían sido detectados a principios del año.

En el mes de junio se finalizó el proceso de autoevaluación llevado a cabo por la central como consecuencia de las incidencias surgidas durante la decimotercera recarga de combustible en el año 2002, implantándose todas las recomendaciones contempladas en el informe.

En el mes de julio finalizaron los trabajos de acondicionamiento de las torres de refrigeración, consistentes en un saneamiento de su estructura externa y pintado de las mismas.





En el mes de noviembre, AENOR desarrolló las auditorías de seguimiento del Certificado de Calidad UNE-EN ISO-9001 y del Certificado de Gestión Medioambiental UNE-EN ISO-14001.

El día 23 de noviembre se realizó el simulacro anual de emergencia, activándose el Plan de Emergencia Interior hasta la categoría IV, emergencia general en el emplazamiento, que es la máxima contemplada. Los resultados del simulacro fueron satisfactorios.

En 2005, como actividad significativa, se encuentra la realización de la decimoquinta recarga de combustible. Se trata de una recarga en la que se van a desarrollar trabajos complejos como la descontaminación del sistema de recirculación; la descarga completa del núcleo del reactor; la modernización de la instrumentación de la turbina; la inspección completa del turbogrupos; o el cambio de dos fases de los transformadores principales, entre otros.

Otro proyecto importante que comenzará a materializarse es el "DESIM", consistente en la construcción de un nuevo edificio que permitirá albergar el simulador en la planta y que a su vez posibilitará la adecuación de otros edificios para vestuarios, comedor y taller de descontaminación.

En la línea de optimización y mejora de todos los procesos se está prestando especial atención al Plan de Prevención de Riesgos Laborales, encaminado a reducir el riesgo de accidentes, y al Plan de Reducción de Dosis para el que están previstas una serie de actuaciones que minimicen la dosis colectiva.

Además, se continúa desarrollando el Plan de Gestión, mediante el cual se asegura una actuación ordenada en las áreas de mayor trascendencia para el correcto funcionamiento de la Planta.

## CENTRAL NUCLEAR DE VANDELLÓS II

Durante 2004, la central generó 9.032,03 millones de kWh, con un factor de carga del 94,58%, lo que representa la segunda producción anual más alta en la historia de la central.

Se ha procedido a la mejora de diseño de la sala de control desde el punto de vista de los factores humanos, en cuanto a iluminación, alarmas, instrumentación y ayuda a la operación.

Se ha llevado a cabo el cumplimiento con los compromisos del Protocolo Adicional al acuerdo de Salvaguardias con la Organización Internacional de la Energía Atómica (OIEA).

Se ha implantado un nuevo sistema de Gestión de Mantenimiento (GESMAN), así como un sistema de identificación de acceso a zona controlada mediante código de barras. Se ha instalado una planta de ósmosis inversa que permite aumentar la capacidad de producción de agua desmineralizada.

Se ha validado la aplicación de la vigilancia de la radiación, mapa radiológico y permisos de trabajo con radiaciones. En cuanto al programa de prevención y riesgos laborales, se han incluido los riesgos laborales en las propias órdenes de trabajo, lanzándose el programa de observaciones del comportamiento seguro y las fichas de seguridad de productos químicos.

El día 18 de marzo se realizó el simulacro anual de emergencia, activándose todas las organizaciones implicadas y comprobándose, con resultados satisfactorios, la coordinación de las mismas.

# 1 LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

En 2005, en la parada para la realización de la decimocuarta recarga de combustible y mantenimiento en el mes de marzo, se han desarrollado las siguientes actividades:

- Cambio de válvulas de aislamiento de vapor principal por otras de mejores prestaciones.
- Desmontaje e inspección de dos cuerpos de baja presión de la turbina de vapor.
- Trabajos específicos en el sistema de agua de servicios esenciales para la reparación de las bocas de hombre de inspección, que habían sufrido roturas por corrosión externa del sistema.
- Inspecciones en la vasija del reactor.

Durante el año, se va a proceder al fortalecimiento del proceso de fiabilidad de equipos, sistemas y componentes y a la mejora en la preparación y supervisión de tareas, potenciando inicialmente las áreas de comportamientos y de estado físico de la instalación.



## CENTRAL NUCLEAR DE TRILLO

Durante 2004, la central generó 8.534,97 millones de kWh, con un factor de carga del 91,15%.

El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, mediante la Orden Ministerial del 16 de noviembre, renovó la Autorización de Explotación de la central por un período de 10 años.

Del 14 de mayo al 7 de junio tuvo lugar la decimosexta parada de recarga de combustible y las actividades de mantenimiento, con una duración de 23 días, destacando que, tras la aprobación de las especificaciones de funcionamiento, se realizó la carga de 40 elementos de combustible con un enriquecimiento medio del 4,2%, siendo cuatro de ellos del nuevo tipo HTP de Framatome, con la finalidad de observar su comportamiento y decidir sobre su futuro uso. En las anteriores recargas se cargaban un total de 44 elementos con un enriquecimiento del 4%.

En el mes de septiembre, AENOR renovó el certificado de Registro de Empresa de referencia ER-0154/1995, por el que el Sistema de Gestión de Calidad adoptado por la central es conforme a las exigencias de la norma española UNE-EN ISO 9001.

En el mes de diciembre se realizó, por un equipo de técnicos de la Fundación para el Estudio y Prevención de la Seguridad Industrial (FEPSI), la evaluación del impacto de la organización en la seguridad (IOS2), mediante una consulta a todo el personal de plantilla de la central con una encuesta anónima.

# 1 LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

A diferencia del resto de las centrales nucleares españolas, en las que existe capacidad suficiente para el almacenamiento del combustible gastado en las piscinas, en la Central Nuclear de Trillo fue necesaria la construcción de un almacén temporal en seco para el combustible gastado, ya que en el año 2002 se llegó a la saturación de su piscina.

Durante el año 2004 se ha realizado la carga de 2 contenedores ENSA-DPT, fabricados por la empresa Equipos Nucleares, con un total de 42 elementos combustibles gastados, por lo que a 31 de diciembre de 2004 se encuentran en el Almacén Temporal Intermedio (ATI) ocho contenedores con un total de 168 elementos combustibles.

Durante el año 2005 está prevista la carga de dos nuevos contenedores de elementos combustibles gastados en seco.

Durante el mes de abril se tiene prevista la decimoséptima parada de recarga con una duración de 18 días, en la que, entre otras actividades, se incluye la prueba de fugas del recinto de contención.

Se va a proceder al programa de actualización de los motores diesel de salvaguardia y emergencia, contemplándose la revisión y actualización de 12 de ellos.



## 1.8 GESTIÓN DE LOS RESIDUOS RADIACTIVOS

### RESIDUOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD

Los residuos de baja y media actividad procedentes de la operación de las centrales nucleares son acondicionados por las mismas, debiendo cumplir los criterios de aceptación establecidos para su almacenamiento definitivo en el Centro de Almacenamiento de Residuos de Baja y Media Actividad de ENRESA en El Cabril (Córdoba).

Estos residuos se almacenan de forma temporal en las instalaciones que las propias centrales nucleares tienen en sus emplazamientos, a la espera de su traslado a El Cabril. Durante el año 2004 se produjeron un total de 600,38 m<sup>3</sup> de residuos sólidos, y 303,48 m<sup>3</sup> fueron retirados por ENRESA. En la siguiente tabla se muestran los volúmenes de residuos generados por cada central y retirados por ENRESA, así como el grado de ocupación de los almacenes temporales.

# 1 LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

CENTRAL NUCLEAR	RESIDUOS GENERADOS (m <sup>3</sup> )	RESIDUOS RETIRADOS (m <sup>3</sup> )	GRADO DE OCUPACIÓN (%) (*)
José Cabrera	64,02	67,32	21,90
Sta. María de Garoña	106,70	47,52	44,90
Almaraz	69,52	35,64	29,27
Ascó I	52,58	25,92	30,66 (**)
Ascó II	62,26	16,20	30,66 (**)
Cofrentes	159,28	67,32	35,46
Vandellós II	60,50	23,76	10,80
Trillo	25,52	19,80	11,92

Fuente: UNESA y Elaboración propia.

(\*) Datos a 31 de diciembre de 2004.

(\*\*) Existe un único almacén de residuos para las dos unidades de la Central Nuclear de Ascó.

## COMBUSTIBLE GASTADO

Las centrales nucleares españolas se han diseñado para almacenar temporalmente el combustible gastado en las piscinas construidas al efecto, dentro de sus propias instalaciones. En la Central Nuclear de Trillo fue necesaria la construcción de un almacén temporal en seco para el combustible gastado, ya que en el año 2002 se alcanzó la saturación de su piscina.

Según lo establecido en el Quinto Plan General de Residuos Radiactivos, hasta el año 2010 no se tomará una decisión para la gestión definitiva del combustible gastado y los residuos de alta actividad.

A fecha de 31 de diciembre de 2004, la cantidad de combustible gastado en las piscinas de las centrales nucleares españolas era de 3.160 toneladas de Uranio. La distribución en cada una de las centrales, el año previsto de saturación de las piscinas en cada una de ellas (teniendo en cuenta que existe la obligación legal por seguridad de dejar una reserva de capacidad igual a un núcleo completo) y el grado de ocupación de las mismas se muestra en la siguiente tabla.

CENTRAL NUCLEAR	COMBUSTIBLE GASTADO ALMACENADO (tU)	GRADO DE OCUPACIÓN (%)	AÑO PREVISTO DE SATURACIÓN
José Cabrera	78	53,28	2015
Sta. María de Garoña	291	62,70	2019
Almaraz I	436	52,33	2021
Almaraz II	432	51,88	2022
Ascó I	417	71,52	2013
Ascó II	379	64,90	2015
Cofrentes	471	65,36	2014
Vandellós II	329	49,55	2020

Fuente: Elaboración propia. Datos a 31 de diciembre de 2004

En la Central Nuclear de Trillo hay almacenadas 327 toneladas, de las cuales 79 se encuentran en los ocho contenedores ubicados en la instalación de almacenamiento en seco.

# 2

## OTRAS INSTALACIONES NUCLEARES ESPAÑOLAS

### 2.1 FÁBRICA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES DE JUZBADO

Durante el año 2004, se han fabricado un total de 836 elementos combustibles, de los que 522 son del tipo PWR y 314 del tipo BWR, con récord histórico de fabricación de 275,3 toneladas de uranio.

ENUSA ha suministrado un total de 838 elementos combustibles (452 del tipo PWR y 386 del tipo BWR), equivalente en su totalidad a 241,7 toneladas de uranio enriquecido, de las cuales el 45% ha sido para el mercado nacional y el 55% para otros países europeos (Suecia, Alemania, Bélgica, Finlandia y Francia).

Hay que destacar que se han diseñado, fabricado y entregado ocho elementos de demostración a la central finlandesa de Olkiluoto, propiedad de la compañía eléctrica TVO.

### APROVISIONAMIENTO DE URANIO ENRIQUECIDO PARA LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

En el transcurso del año, ENUSA ha gestionado y suministrado a las centrales nucleares españolas un total de 211 toneladas de uranio de distintos grados de enriquecimiento, lo que equivale a 2.035 toneladas de uranio en servicios de conversión, 1.225 miles de UTS (unidades técnicas de separación) en servicios de enriquecimiento y 2.411 toneladas de concentrados de uranio ( $U_3O_8$ ), de las que el 27,7% procede de Rusia, el 16,6% de Canadá, el 13,6% de Níger, el 11,2% de Australia, el 10,1% de Sudáfrica, el 6,4% de Namibia y el 14,4% de otros países. Las centrales suministradas este año han sido José Cabrera, Santa María de Garoña, Almaraz I, Almaraz II, Cofrentes, Ascó I, Trillo y Vandellós II.

### 2.2 CENTRO DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD DE EL CABRIL

Durante el año 2004, el centro de almacenamiento de El Cabril recibió 412 metros cúbicos de residuos radiactivos de baja y media actividad, alrededor de un 70% menos de lo recibido en años precedentes. Esta disminución se debe, entre otras razones, a la puesta en marcha de la Ley de Fiscalidad Andaluza, a la menor llegada de residuos de intervenciones especiales, así como a los planes de reducción de volumen puestos en marcha entre ENRESA y los productores. Estos residuos llegaron en 111 transportes, 76 de los cuales procedieron de instalaciones nucleares, 28 de instalaciones radiactivas (hospitales, laboratorios y centros de investigación) y siete de intervenciones especiales.

Desde el inicio de sus actividades en enero de 1986 hasta el 31 de diciembre de 2004, la instalación ha almacenado un total 24.985 metros cúbicos de residuos, con lo que se encuentra al 50% de su capacidad. De las 28 celdas de almacenamiento que dispone, a finales de 2004, 13 estaban llenas, una en operación y tres ocupadas temporalmente con contenedores ISO con residuos procedentes de los incidentes de Acerinox y Siderúrgica Sevillana.

En relación con este tipo de residuos, el CSN informó favorablemente el día 15 de diciembre al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio sobre el proyecto de acondicionamiento de residuos asimilables a áridos presentado por ENRESA. Este informe es un paso preceptivo previo a la autorización de entrada en funcionamiento que concede el Ministerio de Industria. El proyecto contempla el desarrollo de los sistemas de acondicionamiento y tratamiento de las cenizas y del material contaminado asimilable a áridos, que se mezclarán con el mortero de relleno de los huecos de los contenedores de almacenamiento.

### ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS DE MUY BAJA ACTIVIDAD

La instalación complementaria para residuos de muy baja actividad cuenta ya con la licencia de obras del Ayuntamiento de Hornachuelos. Se ha enviado el informe de evaluación del impacto ambiental al Ministerio de Medio Ambiente y se está a la espera de que éste emita la Declaración de Impacto Ambiental que, junto con el informe favorable del Consejo de Seguridad Nuclear, se enviarán al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio para la autorización del inicio de las obras de la instalación.

Asimismo, se encuentran en su fase final las obras de construcción del Edificio Tecnológico que apoyará las actividades de esta instalación complementaria que, con una inversión de 700.000 euros, servirá de almacenamiento transitorio para este tipo de residuos. En él se realizarán las actividades de acondicionamiento de los mismos antes de su almacenamiento definitivo.

### 2.3 DESMANTELAMIENTO DE LA CENTRAL NUCLEAR DE VANDELLÓS I

ENRESA llegó el día 30 de junio de 2003 a la conclusión del desmantelamiento y clausura del reactor de la Central Nuclear de Vandellós I.

El día 28 de julio de 2004 fue expedido, al Centro de Almacenamiento de El Cabril, el último material nuclear que se encontraba en la instalación (tres cámaras de fisión de las cadenas de arranque neutrónico), quedando así la instalación liberada del sometimiento al control de salvaguardias del EURATOM - OIEA.

Durante el año se ha preparado la instalación para la preparación de la fase de latencia, tanto desde el punto de vista funcional como de estructuración organizativa y de personal. En este sentido, el día 15 de diciembre el Consejo de Seguridad Nuclear apreció favorablemente toda la documentación presentada que regirá esta fase. De esta manera, la instalación queda con una licencia para permanecer en estado pasivo, con las vigilancias correspondientes para garantizar su seguridad, almacenar ciertos materiales radiactivos y asegurar el confinamiento de las estructuras remanentes.

Esta licencia estará vigente hasta que se inicie la siguiente etapa del desmantelamiento, cuya documentación deberá ser presentada al CSN al menos con un año de antelación.

# 3

## EL SECTOR NUCLEAR EN EL MUNDO

---

La generación de electricidad de origen nuclear en el mundo en el año 2004 alcanzó un récord de 2.686 millones de MWh, con un aumento del 3,7% respecto al año anterior. Esto supone el 17% de la electricidad consumida a nivel mundial.

A 31 de diciembre de 2004, había 441 centrales en funcionamiento en el mundo, con una potencia neta total instalada de 367.253 MWe.

A finales del año 2004, había en construcción 22 nuevos reactores, con una potencia prevista de más de 19.000 MW.

Durante el año 2004, se conectaron seis nuevos reactores a las redes eléctricas:

- La unidad 2-2 de la Central Nuclear de Qinshan en China, un reactor de agua a presión PWR de 610 MW.
- La unidad 5 de la Central Nuclear de Hamaoka en Japón, un reactor avanzado de agua en ebullición ABWR de 1.325 MW.
- La unidad 2 de la Central Nuclear de Khmel'nitski en Ucrania, un reactor de agua a presión VVER de 950 MW.
- La unidad 4 de la Central Nuclear de Rovno en Ucrania, un reactor de agua a presión VVER de 950 MW.
- La unidad 6 de la Central Nuclear de Ulchin en Corea del Sur, un reactor de agua a presión PWR de 960 MW.
- La unidad 3 de la Central Nuclear de Kalinin en Rusia, un reactor de agua a presión VVER de 950 MW.

También se volvió a conectar, después de un largo período de parada para mantenimiento y reacondicionamiento, la siguiente central:

- La unidad 3 de la Central Nuclear de Bruce en Canadá, un reactor de agua pesada a presión PHWR de 790 MW.

Se cerraron definitivamente cinco reactores:

- Las unidades A, B, C, y D de la Central Nuclear de Chapelcross, reactores refrigerados por gas GCR de 50 MW cada uno, en el Reino Unido.
- La unidad 1 de la Central Nuclear de Ignalina en Lituania, un reactor de grafito RBMK de 1.185 MW.

# 3 EL SECTOR NUCLEAR EN EL MUNDO

Se inició la construcción de dos nuevas centrales:

- La unidad 3 de la Central Nuclear de Tomari en Japón, un reactor de agua a presión PWR de 866 MW.
- La Central Nuclear de Kalpakkam en India, un reactor reproductor rápido FBR de 470 MW.

## 3.1 LA UNIÓN EUROPEA

Desde el 1 de mayo de 2004, diez nuevos países forman parte de la Unión Europea. Cinco de ellos, Eslovaquia, Eslovenia, Hungría, Lituania y República Checa, tienen un total de 19 reactores en funcionamiento, la mayor parte de ellos de diseño soviético. Su entrada significa que 13 de los 25 estados miembros producen electricidad con energía nuclear, y que el número total de reactores en operación en la Unión ha pasado de 136 a 155, con un parque nuclear más variado en cuanto a tipo de reactores. A medida que los países adopten su legislación, infraestructuras y sistemas de seguridad a las prácticas comunitarias, las diferencias en los parques de los distintos países serán menores, y podrá hablarse de homogeneidad en las pautas más estrictas de seguridad.

La producción nuclear de los países que se incorporaron ha incrementado en un 8,2% la producción nuclear de la UE. Ésta representa más del 38% de la electricidad que se consume en el conjunto de la Unión.

	NÚMERO DE REACTORES	APORTACIÓN NUCLEAR AL SISTEMA ELÉCTRICO %	POTENCIA BRUTA INSTALADA (MW)
Alemania	18	28,1	22.365
Bélgica	7	55,5	6.050
España	9	23,6	7.877
Finlandia	4	27,3	2.760
Francia	59	77,7	66.042
Holanda	1	4,5	480
Reino Unido	27	23,7	13.092
Suecia	11	49,6	9.844
<b>TOTAL UE-15</b>	<b>136</b>		<b>128.510</b>
Eslovaquia	6	57,4	2.640
Eslovenia	1	40,4	707
Hungría	4	32,7	1.866
Lituania	2	79,9	3.000
Rep. Checa	6	31,1	3.722
<b>TOTAL UE-25</b>	<b>155</b>		<b>140.455</b>

Fuente: OIEA – PRIS. Datos a 1 de mayo de 2004

Eslovaquia y Lituania se comprometieron, como condición para formar parte de la Unión, al cierre de algunas de sus centrales: las unidades 1 y 2 de Bohunice y las unidades 1 y 2 de Ignalina, respectivamente. Para ello, la UE ha destinado importantes fondos de ayuda.



## 3 EL SECTOR NUCLEAR EN EL MUNDO

---

La Comisión Europea propuso en noviembre de 2002 un paquete de propuestas legislativas, conocidas como Paquete Nuclear, destinadas a dotar a la Unión Europea de un enfoque comunitario en el ámbito de la seguridad de las instalaciones nucleares y en la gestión del combustible gastado y los residuos radiactivos.

Estas propuestas tienen el objetivo de garantizar la protección de la población en general y de los trabajadores en particular contra las radiaciones ionizantes, estableciendo principios y requisitos para la seguridad de las instalaciones nucleares por una parte, y para la gestión segura del combustible nuclear gastado y los residuos radiactivos por otra, contribuyendo a mantener un alto nivel de seguridad a lo largo de todo el ciclo nuclear.

Durante el año 2004, se ha seguido debatiendo en el Parlamento Europeo y en el ámbito de la Comisión el contenido y el alcance de dichas propuestas. Hasta la fecha no se ha alcanzado ningún acuerdo para su aprobación.

Por otra parte, en el mes de noviembre, tuvo lugar en Bruselas la primera Asamblea Nuclear Europea, organizada por FORATOM. En la misma, los representantes de las principales compañías energéticas de Europa firmaron una Declaración, en la que se pide a los políticos de la UE mantener la energía nuclear como una de las principales opciones del sistema energético de la Unión, para poder conseguir los objetivos económicos y medioambientales. En esta declaración se afirma que "la industria nuclear hace una importante contribución en el cumplimiento de los objetivos europeos de garantía en el suministro energético, apoyo a la economía de la UE y a la protección medioambiental. Puesto que la producción de electricidad de origen nuclear no provoca emisiones de CO<sub>2</sub>, se evita el vertido a la atmósfera de 700 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> cada año en la nueva UE ampliada, cantidad equivalente a las emisiones de los 200 millones de coches del parque automovilístico europeo".

### 3.2 PRINCIPALES ACONTECIMIENTOS EN LOS PAÍSES EUROPEOS

---

#### ALEMANIA

Las 18 centrales nucleares en funcionamiento en Alemania produjeron, en 2004, el 32,1% del total de la electricidad consumida en el país, con un incremento del 1,2% respecto al año anterior.

Durante el año, representantes de distintas organizaciones han expresado su preocupación por la continuidad del programa de abandono de la energía nuclear en el país. Así, Edmund Stoiber, líder de la oposición y de la Unión Social Cristiana de Bavaria (CSU), ha reiterado su apoyo al uso continuado de la energía nuclear, "ya que la política de cierre del gobierno federal está llevando a Alemania a una dramática dependencia de los combustibles fósiles importados, como el petróleo y el gas. Un país industrial moderno no puede existir con esa política. El abandono de la energía nuclear en Alemania significa una pérdida de liderazgo tecnológico y un paso atrás en una mayor investigación y desarrollo de estándares de seguridad más altos a nivel internacional. También significa un aislamiento de las políticas energética y tecnológica del país".

Por su parte, Gerd Jäger, presidente de la Asociación Alemana de Propietarios y Explotadores de Centrales Eléctricas (VGB PowerTech), ha indicado que "Alemania tendrá problemas para cumplir los compromisos del Protocolo de Kioto de reducción de emisiones de gases contaminantes si se continua con el abandono de la producción de electricidad de origen nuclear, ya que su reemplazo por carbón o gas natural, y la construcción de nuevas centrales para satisfacer los incrementos en la demanda de electricidad, sólo contribuirá a la producción de más CO<sub>2</sub>".

### 3 EL SECTOR NUCLEAR EN EL MUNDO

---

En este sentido, hay que destacar que desde la firma en junio de 2001 del acuerdo entre el Gobierno rojiverde y la industria nuclear para el cierre de las centrales nucleares, se han clausurado las centrales nucleares de Stade y Obrigheim. El cierre de Stade ya se había decidido con anterioridad al acuerdo, en el otoño de 2000, por razones económicas. Tras estos dos cierres, hay 17 centrales nucleares en funcionamiento.

Por su parte, varias empresas eléctricas alemanas han notificado al Gobierno alemán que están negociando con Electricité de France (EDF) su participación en la construcción del reactor europeo avanzado de agua a presión EPR de 1.600 MWe. Esto significa que las empresas eléctricas ejercen así sus derechos de invertir en nueva capacidad nuclear en el exterior, independientemente del acuerdo de parada progresiva de los actuales reactores en Alemania.

#### BÉLGICA

Las 7 centrales nucleares en funcionamiento en Bélgica produjeron, en 2004, el 55,1% del total de la electricidad consumida en el país.

El nuevo Ministro de Economía y Energía, Marc Verwighen, anunció la realización de un nuevo estudio sobre las necesidades energéticas del país, e indicó la reapertura del debate sobre la ley de abandono progresivo de la energía nuclear a partir del año 2015, no más tarde de 40 años desde la entrada en servicio de los siete reactores nucleares del país. La ley establece que puede no llevarse a cabo el cierre, en caso de "fuerza mayor", teniendo en cuenta las necesidades de garantía de suministro energético y de cumplimiento de los compromisos del Protocolo de Kioto.

Por otra parte, el Consejo de Dirección de la empresa eléctrica Electrabel ha solicitado la realización de un estudio para poder disponer de un reactor EPR (Reactor Europeo de Agua a Presión) en las mejores condiciones económicas. Esto no es contradictorio con la política de cierre de las centrales del país, puesto que Electrabel es una multinacional con intereses en distintos países europeos, que vende la mitad de su producción de electricidad fuera de Bélgica.

#### FINLANDIA

Las 4 centrales nucleares en funcionamiento en Finlandia produjeron, en 2004, el 25,1% del total de la electricidad consumida en el país.

En el mes de febrero, el Ministro de Comercio e Industria inauguró las excavaciones preparatorias del emplazamiento del futuro quinto reactor nuclear del país, que será designado como Olkiluoto-3. Las obras se están llevando a cabo en terrenos adyacentes a los dos reactores que funcionan en ese emplazamiento. En el mes de enero, la empresa eléctrica TVO presentó al Gobierno la solicitud del permiso de construcción del reactor.

Tras la ratificación en mayo de 2001 por el Parlamento finlandés de la decisión del gobierno de construir un Almacén Geológico Profundo para almacenar el combustible gastado, en el mes de marzo la empresa Posiva firmó el contrato para la primera fase de las obras de excavación de la instalación de investigación subterránea para caracterizar la formación rocosa denominada Onkalo, en la isla de Olkiluoto, en la costa suroeste de Finlandia. La información que se obtenga de esta instalación de I+D servirá para el proyecto, construcción y funcionamiento del futuro almacenamiento definitivo.

En el mes de octubre, el Centro de Investigación Técnica de Finlandia (VTT) envió un informe al Ministerio de Comercio finlandés en el que se recomienda la construcción de una sexta

## 3 EL SECTOR NUCLEAR EN EL MUNDO

---

central nuclear en el país, como la mejor opción para abordar los retos energéticos futuros, incluyendo el cumplimiento de los compromisos adquiridos en el Protocolo de Kioto, siendo la forma más económica de producción de electricidad.

Por otra parte, según una encuesta realizada a finales del año, casi la mitad de la población (46%) apoya el uso de la energía nuclear, mientras que el 25% se muestra contraria y el 29% neutral. También creen que las centrales nucleares son una buena forma para limitar las emisiones de gases de efecto invernadero y para combatir la amenaza del cambio climático.

### FRANCIA

Las 59 centrales nucleares en funcionamiento en Francia produjeron, en 2004, el 78,1% del total de la electricidad consumida en el país, con un incremento del 1,7% respecto al año anterior.

En el mes de junio, la Asamblea Nacional aprobó un borrador de una nueva Ley sobre Energía, que mantiene a la energía nuclear como el principal método de producción de electricidad en el país y que apoya la construcción de un nuevo reactor de demostración EPR (Reactor Europeo de Agua a Presión).

En este sentido, el Consejo de Administración de Electricité de France (EDF) encargó a su presidente ejecutivo, François Roussely, la misión de construir la nueva central nuclear del modelo EPR de 1.600 MW, que sirva de prototipo de una futura serie de reactores de ese modelo.

En el mes de octubre, EDF anunció que la construcción del nuevo reactor EPR se llevará a cabo en el emplazamiento de la central nuclear de Flamanville, sobre el Canal de la Mancha al oeste de Cherburgo, donde ya están en funcionamiento dos reactores de agua a presión PWR de 1.382 MW cada uno. Está previsto que la construcción comience en el año 2007, con una duración de cinco años.

### REINO UNIDO

Las 23 centrales nucleares en funcionamiento en Reino Unido produjeron, en 2004, el 20% del total de la electricidad consumida en el país.

En el mes de junio se clausuraron las cuatro unidades de la central de Chapelcross, reactores refrigerados por gas con una potencia total instalada de 194 MW, y que habían entrado en funcionamiento en febrero de 1959. BNFL (British Nuclear Fuels) había tomado la decisión del cierre de estas centrales en el año 2002, motivada por una revisión económica de todos los reactores de este tipo disponibles en el país.

En un discurso en el mes de septiembre, el primer ministro, Tony Blair, indicó que, aunque Gran Bretaña no ha empezado a construir nuevas centrales nucleares, "no pienso que se pueda cerrar la puerta a esa posibilidad, ya que el mayor problema con que ha de enfrentarse el mundo a largo plazo es el del cambio climático. He luchado larga y duramente, tanto dentro del Partido Laborista como fuera, para asegurar que no se abandone la energía nuclear, aunque hay que ser realista en esta cuestión. Si vamos a desarrollar una nueva generación de centrales nucleares, hay que hacer una gran labor para reafirmar a la opinión pública en los temas de costes y de la seguridad nuclear, y ha de llevarse a cabo un debate en profundidad en la sociedad sobre las necesidades energéticas". Blair cree que el Reino Unido puede cumplir, con la energía nuclear, sus compromisos de reducción de gases de efecto invernadero del Protocolo de Kioto, y que puede jugar un papel de liderazgo global contra el cambio climático

## 3 EL SECTOR NUCLEAR EN EL MUNDO

cuando en 2005 ocupe la presidencia del grupo G8 de los países más industrializados del mundo. "El Gobierno no excluye, según se dejó claro en el Libro Blanco de 2003, la posibilidad de que en el futuro sea necesario construir nuevas centrales nucleares si hemos de cumplir los objetivos de reducción de las emisiones de carbono", precisó.

Después de decir que los "efectos irreversibles y destructivos" del calentamiento global podrían "alterar radicalmente" la existencia humana dentro del período de su propia vida, advirtió que se necesita una acción inmediata de la comunidad internacional para abordar seriamente el problema.

Por otra parte, el presidente de la prestigiosa Royal Society, Lord Robert May of Oxford, asesor principal del Gobierno de 1995 a 2000, en un artículo en el periódico Daily Telegraph, haciendo referencia a la amenaza del cambio climático, indicó que "será difícil para el Reino Unido continuar en esa dirección sin nuevas centrales nucleares, ya que contribuyen a la reducción de las emisiones que producen el efecto invernadero".

### RUSIA

Las 31 centrales nucleares en funcionamiento en Rusia produjeron, en 2004, el 15,4% del total de la electricidad consumida en el país.

En el mes de julio, la empresa eléctrica Rosenergoatom recibió de la Agencia Federal de Supervisión Atómica un permiso de operación para la unidad 2 de la Central Nuclear de Kola hasta el año 2009, cinco años más que el plazo de operación inicialmente previsto. Este reactor ha llevado a cabo un programa de mantenimiento y puesta al día de sus sistemas de seguridad para su operación a largo plazo, que le permitirá en el futuro un nuevo plazo de funcionamiento de 15 años adicionales.

En el mes de diciembre, se conectó a la red eléctrica la unidad 3 de la central de Kalinin, un reactor de agua a presión VVER-1000 de 950 MW de potencia neta. En el mes de octubre se había realizado la carga de combustible y la operación de puesta en marcha, alcanzando la criticidad el día 26 de noviembre.

En el mes de diciembre, el Presidente ruso Vladimir Putin indicó que "el país se ha convencido una vez más que el programa nuclear tiene todas las posibilidades para un mayor desarrollo. Tenemos una gran experiencia, y el personal de la industria nuclear rusa y nuestra tecnología son completamente competitivos. En este siglo, el mundo entero está buscando nuevas fuentes energéticas. Debe prestarse gran atención a la energía nuclear, y Rusia debe potenciar su posición en este sector".

### SUECIA

Las 11 centrales nucleares en funcionamiento en Suecia produjeron, en 2004, el 50,68% del total de la electricidad consumida en el país, con un incremento del 15% en la producción eléctrica nuclear respecto al año anterior.

Según un sondeo realizado por la empresa TEMO en el mes de octubre, el 81% de la población apoya el uso de la energía nuclear. El 35% de los encuestados quiere mantener las centrales existentes hasta que hayan de cerrarse por motivos de seguridad o económicos. Un 31% apoya la construcción de nuevos reactores para sustituir aquellos que se cerrasen, y un 16% cree necesario un mayor desarrollo y expansión de la energía nuclear. Sólo un 15% considera necesario un abandono inmediato de la energía nuclear.

## 3 EL SECTOR NUCLEAR EN EL MUNDO

---

Durante el año, el organismo regulador sueco (SKI) ha recibido solicitudes de aumento de la potencia de los reactores nucleares en funcionamiento, que podrían añadir 475 MW a la capacidad actual. El Gobierno sueco, que concede la licencia de operación después de la recomendación, ha indicado que favorece los aumentos de potencia de los reactores a pesar de su política oficial de clausura de los 11 reactores suecos. En este sentido, tras la modificación de los tres cuerpos de baja presión en la turbina, el reactor número 3 de la central de Forsmark ha aumentado su potencia en 30 MW.

En el mes de diciembre, tras la interrupción de las negociaciones entre la industria nuclear sueca y el negociador del gobierno, Bo Bylund, el Ministerio de Industria, Empleo y Comunicación ha confirmado su decisión de cerrar la unidad 2 de la central nuclear de Barsebäck en el mes de mayo de 2005, utilizando una ley de 1999 dictada para cerrar Barsebäck-1 y que autoriza a cerrar reactores por razones diferentes a su seguridad. La regulación económica de este cierre se espera sea semejante al anterior, que comprendía una compensación en metálico y en acciones y el pago de la electricidad que habría producido en lo que restaba de una operación de 40 años. Con ello, el coste total para el Estado sueco se eleva a unos 900 millones de euros.

Algunos partidos políticos de la oposición, la confederación de sindicatos y la industria han mostrado su desacuerdo con la decisión del Gobierno, que no sólo supondrá una carga para los contribuyentes, sino que aumentará las emisiones de CO<sub>2</sub> en un 4%. A esta protesta se han unido empresas mineras, madereras y algunas compañías eléctricas, que ven riesgos en el suministro de electricidad a sectores industriales con grandes consumos eléctricos. La electricidad que dejarán de producir Barsebäck 1 y 2 habrá de ser sustituida por la importación de la generada en Dinamarca por centrales térmicas de carbón, ante la insuficiencia de las energías renovables.

### SUIZA

Las 5 centrales nucleares en funcionamiento en Suiza produjeron, en 2004, el 40% del total de la electricidad consumida en el país.

En el mes de abril, la central nuclear de Beznau 2, con un reactor de agua a presión de 365 MW, que fue conectada a la red en 1971, ha recibido una licencia de operación ilimitada de la Inspección Federal Suiza de Seguridad Nuclear (HSK), sólo sujeta a las normas establecidas sobre seguridad, inspección y control.

La licencia vigente hasta entonces expiraba a finales de año, y tras el estudio de la solicitud de la empresa propietaria, NOK AG, de renovación de la misma presentada en el año 2000, la HSK ha concluido que el reactor cumple todos los requisitos para su funcionamiento a largo plazo futuro. La Comisión Federal Suiza de Seguridad Nuclear (KSA) también ha dado su aprobación a esta autorización sin límite de tiempo.

### 3.3 ESTADOS UNIDOS

---

Las 104 centrales nucleares en funcionamiento en Estados Unidos produjeron, en 2004, el 19,9% del total de la electricidad consumida en el país.

Los hechos más destacados en Estados Unidos son los siguientes:

#### RENOVACIÓN DE AUTORIZACIONES DE EXPLOTACIÓN

Durante el año 2004, y siguiendo el proceso iniciado en años anteriores, la NRC ha renovado las autorizaciones de funcionamiento por un plazo adicional de 20 años, lo que eleva la auto-

## 3 EL SECTOR NUCLEAR EN EL MUNDO

rización inicial hasta 60 años de operación, en las siguientes centrales: la unidad 2 de la central de Robinson, la unidad 1 de la central de Ginna, la unidad 1 de la central de Summer, las unidades 1 y 2 de la central de Quad Cities y las unidades 2 y 3 de la central de Dresden. Estas últimas sirven como central de referencia de la central nuclear de Santa María de Garoña.

De esta manera, en Estados Unidos ya hay 30 reactores en 17 emplazamientos diferentes que cuentan con licencia para funcionar 60 años. Hay además otras 18 solicitudes que se encuentran en revisión por la NRC, y se espera otras 25 solicitudes en los próximos 10 años.

En Estados Unidos, a diferencia de lo que ocurre en España donde las autorizaciones de explotación se renuevan periódicamente, las autorizaciones de funcionamiento se concedieron desde el inicio de la operación de las centrales por un plazo de 40 años.

### ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO EN LAS CENTRALES NUCLEARES

Según un estudio realizado por la Escuela Mailman de Salud Pública de la Universidad de Columbia y publicado en noviembre de 2004 en la revista médica *Radiation Research*, los trabajadores de la industria nuclear son menos propensos a morir de cáncer y otras enfermedades que la población en general. El estudio se ha llevado a cabo entre 53.000 trabajadores de 15 centrales nucleares, en un período de 18 años entre 1979 y 1997. Las tasas de mortalidad entre éstos son un 60% más bajas que entre la población en general con edad y características similares. Esto es debido, en gran medida, a que los trabajadores profesionalmente expuestos han de tener buena salud y a que se someten a chequeos médicos anualmente. Geoffrey Howe, director del estudio, ha indicado que los datos que se obtengan en los estudios que está realizando la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) en trabajadores del sector nuclear en 15 países, servirán para analizar los efectos a la exposición a bajas dosis de radiación y para contrastar las conclusiones de la investigación de la Escuela Mailman. Entre éstas, destaca que la relación entre el desarrollo de leucemia y otros cánceres y la exposición a dosis de radiación "no es significativa y esperada", similar a la obtenida en otros estudios epidemiológicos realizados.

### APROBADO EL NUEVO DISEÑO DE REACTOR AVANZADO AP-1000

En el mes de septiembre, Westinghouse ha recibido la aprobación final de la organización reguladora NRC de su proyecto de reactor avanzado de agua a presión AP-1000. El nuevo diseño está preparado para un plazo de operación de 60 años. La última etapa del proceso de certificación requiere un periodo de comentarios del público, por lo que la NRC estima que la podrá emitir hacia diciembre de 2005. El certificado de diseño es válido para un período de 15 años y es renovable para 10-15 años. El personal técnico de la NRC ha estudiado el proyecto durante más de dos años, ya que presenta características nuevas de mejora de los sistemas de parada segura del reactor y de mitigación de los efectos de un accidente. El AP-1000 tiene una capacidad aproximada de 1.000 MWe.

### ENCUESTA DE OPINIÓN FAVORABLE

En Estados Unidos, el 67% de la población se encuentra a favor de la energía nuclear, mientras que el 12% se opone. Según los resultados de la encuesta realizada en octubre de 2004 por las empresas Bisconti Research Inc. y NOP World, la energía nuclear será imprescindible para satisfacer la demanda eléctrica en el futuro y es necesario mantener abierta la opción de construir más centrales nucleares.

# 4

# DESARROLLOS TECNOLÓGICOS

---

La industria nuclear española mantiene y mejora cada año sus capacidades y su tecnología, mediante el apoyo al mantenimiento de las centrales nucleares en operación, la introducción de mejoras relativas a los aspectos funcionales y de seguridad, los programas de operación a largo plazo de las centrales nucleares existentes, y la participación en los programas de diseño de la próxima generación de centrales nucleares necesarias en el futuro.

En este contexto, el apoyo a la operación de las centrales nucleares españolas, la colaboración en programas internacionales para el desarrollo de las nuevas centrales nucleares avanzadas y la participación en distintos proyectos a nivel internacional, como el proyecto ITER o el proyecto Lungmen en Taiwan, permiten que la industria nuclear española mantenga un alto nivel de actividad, tanto en el campo nacional como en el campo internacional.

## **4.1 PROGRAMAS DE I+D+I NUCLEAR EN EL SECTOR ELÉCTRICO ESPAÑOL**

Los programas de I+D+I nuclear y los proyectos asociados en los que participa el sector eléctrico español cubren la práctica totalidad de las áreas de interés de la tecnología nuclear de las centrales nucleares españolas actualmente en funcionamiento, si bien la evolución de la tecnología va poniendo de manifiesto nuevas inquietudes.

El sector eléctrico ha participado en más de 180 proyectos de I+D+I nuclear en el periodo 1998-2002, con una inversión media anual del orden de 9 millones de euros. El presupuesto total de dichos proyectos fue del orden de 48 millones de euros anuales, lo que da un efecto multiplicador de más de 5 respecto a la inversión realizada por el sector eléctrico.

Una parte importante de la I+D+I nuclear del sector eléctrico es la que se viene desarrollando, desde 1997, en el marco del Programa Coordinado de Investigación (PCI) suscrito entre UNESA y el Consejo de Seguridad Nuclear en septiembre de ese año. Los proyectos del PCI suponen hasta la fecha una inversión de unos 6 millones de euros para el sector eléctrico. Estos proyectos han permitido profundizar en áreas del conocimiento de interés común entre el sector eléctrico y el Consejo de Seguridad Nuclear, manteniendo abiertas líneas de comunicación y desarrollo conjunto entre las citadas instituciones.

De cara al futuro, el sector eléctrico tiene previsto potenciar todavía más su ya importante participación en programas internacionales, en particular en los programas de I+D+I nucleares de EPRI (Electric Power Research Institute), que es el instituto de investigación de las Empresas Eléctricas de Estados Unidos, país de origen de ocho de las nueve unidades nucleares en operación en España. La colaboración internacional presenta la ventaja de proporcionar una importante potencia técnica para la resolución de los problemas, por la concurrencia de personal de las centrales, investigadores y prácticas de múltiples procedencias. Además, su efecto multiplicador sobre la inversión es mucho mayor que en proyectos exclusivamente nacionales, permitiendo, asimismo, la actualización y mejora de las capacidades de los centros tecnológicos nacionales.

Dentro de esta nueva orientación de su I+D+I nuclear, el sector eléctrico está promoviendo a una serie de entidades españolas de reconocida capacidad científica y técnica como centros de referencia en una serie de áreas de I+D+I de su especialidad. UNESA ha firmado acuerdos de colaboración con CIEMAT, ENUSA, IBERINCO, SOLUZIONA y TECNATOM, que serán los encargados de la asimilación de la tecnología procedente de los acuerdos de UNESA con diversos organismos de investigación extranjeros y de su aplicación a las centrales nucleares españolas, que son, al fin y al cabo, las destinatarias últimas de la I+D+I nuclear en la que participa o desarrolla el sector eléctrico.

## 4.2 FUSIÓN NUCLEAR. PROYECTO ITER

Dentro de los programas internacionales mediante el sistema por confinamiento magnético, la construcción por parte de la Unión Europea del "Joint European Torus" (JET) en el Reino Unido y los experimentos que en él se llevaron a cabo desde 1983 a 1991 permitieron demostrar la posibilidad de mantener el proceso de fusión en el plasma.

Dados los buenos resultados del JET, en 1990 se decidió continuar el programa de fusión con una instalación mayor en la que, además del reactor, se probasen sus sistemas auxiliares sin generar aún electricidad. A este fin, se creó el proyecto ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor), en el que participan la Unión Europea, Canadá, Japón, Rusia, Estados Unidos, Corea y China. El objetivo es determinar la viabilidad técnica y económica de la fusión nuclear por confinamiento magnético para la generación eléctrica, como fase previa a la construcción de una instalación de demostración comercial.

En España, colaboran en el proyecto ITER el CIEMAT y otras empresas nacionales tanto del área de ingeniería como del de suministros.

El coste estimado del ITER está comprendido entre 3.500 y 4.000 millones de euros, de los que a la Unión Europea le correspondería un 33%. El país adjudicatario del proyecto deberá correr con los costes de adecuación de los terrenos y construcción de los edificios, que se estiman en un 10% del total. La duración estimada de construcción es de 10 años y estará en operación durante 20 años, tras los cuales se acometerá el proceso de desmantelamiento del mismo.

Aún se encuentra pendiente la toma de decisión en cuanto al emplazamiento definitivo del proyecto, entre las candidaturas de Cadarache en Francia y de Rokkasho-Mura en Japón. A finales de 2003, la Unión Europea desestimó la candidatura española de Vandellós, para proponer como emplazamiento europeo el de Cadarache.

La utilización de la energía generada en la fusión nuclear de átomos ligeros en otros más pesados viene siendo objeto, desde los años 50, de un importante esfuerzo de investigación y desarrollo, debido a la ventaja que presenta la gran cantidad de energía liberada en dicho proceso y la abundancia de deuterio, un isótopo del hidrógeno apto para la fusión.

El aprovechamiento de la energía de fusión pasa por el desarrollo de sistemas tecnológicos que cumplan dos requisitos fundamentales:

- Calentar hasta temperaturas de millones de grados Kelvin, para conseguir un plasma o gas sobrecalentado en el que los electrones salgan de sus órbitas y donde los núcleos puedan ser controlados para su fusión en otros más pesados.
- Confinar para mantener la materia, en estado de plasma o gas ionizado, encerrada en la cavidad del reactor el tiempo suficiente para que pueda reaccionar.



La tecnología de fusión se está desarrollando en dos líneas principales:

- Fusión por confinamiento magnético. Las partículas eléctricamente cargadas del plasma son atrapadas en un espacio limitado por un campo magnético al describir trayectorias helicoidales determinadas por las líneas de fuerza de dicho campo. El dispositivo más desarrollado tiene forma toroidal y se denomina Tokamak.
- Fusión por confinamiento inercial. Consiste en crear un medio tan denso que las partículas no tengan prácticamente ninguna posibilidad de escapar sin chocar entre sí. Súbitamente impactada por poderosos haces luminosos creados por láser, una pequeña esfera de un compuesto sólido de deuterio y tritio implosiona bajo los efectos de la onda de choque. De esta forma, se hace cientos de veces más densa que en su estado sólido normal y explota bajo los efectos de la reacción de fusión.

## 4.3 VI PROGRAMA MARCO DE I+D DE LA UNIÓN EUROPEA

---

Dentro de los Programas Marco para el desarrollo de actividades de investigación en la Unión Europea, se encuentra el VI Programa Marco de Euratom para la investigación y formación sobre energía nuclear en el periodo 2002-2006.

Uno de sus grandes objetivos es la concentración de la investigación en campos temáticos prioritarios como son:

- La investigación sobre la energía de fusión, mediante la participación en el proyecto ITER.
- El tratamiento y almacenamiento de residuos radiactivos, tanto en depósitos geológicos como mediante separación y transmutación.
- La protección contra las radiaciones, en la cuantificación de los riesgos provocados por exposiciones prolongadas a bajas dosis; en la exposición médica y las fuentes naturales de radiación; en la protección del medio ambiente y la radioecología; y en la gestión de emergencias y riesgos.
- Otras actividades, como los estudios de conceptos innovadores para nuevos métodos más seguros de explotación de la energía nuclear; la educación y formación en materia de seguridad nuclear y protección radiológica; y la seguridad de las actuales instalaciones nucleares.

El importe asignado para la ejecución del VI Programa Marco de Euratom asciende a 940 millones de euros, que se distribuyen de la siguiente manera:

- Fusión: 79,79%
- Residuos: 9,57%
- Protección contra las radiaciones: 5,32%
- Otras actividades: 5,32%

## 4.4 PROYECTO INPRO DEL OIEA

---

El Proyecto INPRO (International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles) del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA) nació a finales del año 2000 con el objetivo principal de la utilización segura, sostenible, económica y no proliferante de la tecnología nuclear para satisfacer las necesidades energéticas globales en el siglo XXI.

Los países miembros involucrados en el mismo son Argentina, Canadá, China, Alemania, India, la Federación Rusa, España, Suiza, Holanda y Turquía.

Los objetivos del proyecto son:

- Asegurar que la energía nuclear esté disponible para contribuir a satisfacer, de manera sostenible, las necesidades energéticas en el siglo XXI.
- Aunar los intereses de los países miembros, tanto los poseedores de la tecnología como los que la utilizan, considerando conjuntamente las acciones nacionales e internacionales necesarias para conseguir las innovaciones deseadas en los reactores nucleares y en los ciclos de combustible con tecnologías válidas y económicamente competitivas, basadas en sistemas intrínsecamente seguros y que minimicen el riesgo de la proliferación y el impacto sobre el medio ambiente.
- Crear un proceso para involucrar a todas las partes interesadas importantes que tuvieran una influencia sobre las actividades de las instituciones existentes y las iniciativas en marcha, a nivel nacional e internacional.

Las actividades del proyecto se centran en seis áreas distintas de trabajo:

- Economía, recursos y demanda energética.
- Medio ambiente, combustible gastado y residuos.
- Seguridad.
- No proliferación.
- Instituciones, infraestructuras, aspectos sociales y sostenibilidad.
- Metodología y criterios.

## 4.5 GENERACIÓN IV DE CENTRALES NUCLEARES

---

El Foro Internacional de la Generación IV (GIF) es un grupo internacional de organismos gubernamentales, cuyo objetivo es facilitar la cooperación bilateral y multilateral para el desarrollo de nuevos reactores nucleares de futuro, conocidos como Generación IV.

Existe un acuerdo entre los diez países miembros (Argentina, Brasil, Canadá, Francia, Japón, Sudáfrica, Corea, Suiza, Reino Unido y Estados Unidos), por el cual se han escogido seis tecnologías de nuevos reactores y sus ciclos de combustible, que representan el futuro de la energía nuclear, para que sean desarrollados conjuntamente antes del año 2030.

Estas seis tecnologías incluyen los reactores rápidos refrigerados por gas, los reactores rápidos refrigerados por plomo, los reactores de sales fundidas, los reactores rápidos refrigerados por sodio, los reactores supercríticos refrigerados por agua y los reactores de muy alta temperatura.

La Generación IV representa importantes avances en aspectos económicos, de seguridad, de fiabilidad y de minimización en la generación de residuos radiactivos.

---

## SOCIOS DEL FORO NUCLEAR

---

ASOCIACIÓN NUCLEAR ASCÓ - VANDELLÓS II, A.I.E.  
CENTRALES NUCLEARES ALMARAZ - TRILLO, A.I.E.  
CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES  
CENTRAL NUCLEAR JOSÉ CABRERA  
COAPSA – CONTROL, S.L.  
DOMINGUIS, S.L.  
EMPRESARIOS AGRUPADOS, A.I.E.  
ENDESA  
ENUSA INDUSTRIAS AVANZADAS, S.A.  
ENVIROS – SPAIN S.L.  
EQUIPOS NUCLEARES, S.A.  
FRAMATOME ANP ESPAÑA  
GENERAL ELECTRIC INTERNATIONAL, INC.  
GHESA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA, S.A.  
HIDROELÉCTRICA DEL CANTÁBRICO, S.A.  
IBERDROLA, S.A.  
INITEC  
LAINSA - LOGÍSTICA Y ACONDICIONAMIENTOS INDUSTRIALES, S.A.  
LAINSA - SERVICIO CONTRA INCENDIOS, S.A.  
NUCLENOR, S.A.  
PROINSA  
SIEMSA ESTE, S.A.  
TAMOIN POWER SERVICES – TPS  
TECNATOM, S.A.  
UNESA  
UNIÓN FENOSA GENERACIÓN  
WESTINGHOUSE TECHNOLOGY SERVICES, S.A.

---

## SOCIOS ADHERIDOS

---

Asociación Española para la Calidad - AEC  
Agrupación de Municipios afectados por las Centrales Nucleares – AMAC  
CÁMARA OFICIAL DE COMERCIO, INDUSTRIA Y NAVEGACIÓN DE BARCELONA  
CLUB ESPAÑOL DEL MEDIO AMBIENTE  
ETS INGENIEROS DE CAMINOS DE MADRID  
ETS INGENIEROS DE MINAS DE MADRID  
ETS INGENIEROS INDUSTRIALES DE BARCELONA  
ETS INGENIEROS INDUSTRIALES DE BILBAO  
ETS INGENIEROS INDUSTRIALES DE MADRID  
ETS INGENIEROS INDUSTRIALES DE VALENCIA  
ETS INGENIEROS NAVALES DE MADRID  
INSTITUTO DE LA INGENIERÍA DE ESPAÑA  
SERCOBE









---

Boix y Morer, 6 • 28003 Madrid • Tel. +34 91 553 63 03 • Fax: +34 91 535 08 82 • correo@foronuclear.org

[www.foronuclear.org](http://www.foronuclear.org)





[www.foronuclear.org](http://www.foronuclear.org)