

# INFORME ANUAL 2001



**ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA**

*Cortesía:* PhotoDisc

Tercera foto a la izquierda: D. Kinley, OIEA



**ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA**

# **INFORME ANUAL PARA 2001**

**El párrafo J del artículo VI del Estatuto del Organismo pide a la Junta de Gobernadores que prepare para la Conferencia General “un informe anual sobre los asuntos del Organismo, así como sobre cualesquier proyectos aprobados por éste”.**

**El presente informe abarca el período comprendido entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2001.**

# ESTADOS MIEMBROS DEL ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

(al 31 de diciembre de 2001)

AFGANISTÁN	GEORGIA	PAÍSES BAJOS
ALBANIA	GHANA	PAKISTÁN
ALEMANIA	GRECIA	PANAMÁ
ANGOLA	GUATEMALA	PARAGUAY
ARABIA SAUDITA	HAITÍ	PERÚ
ARGELIA	HUNGRÍA	POLONIA
ARGENTINA	INDIA	PORTUGAL
ARMENIA	INDONESIA	QATAR
AUSTRALIA	IRÁN, REPÚBLICA ISLÁMICA DEL	REINO UNIDO DE GRAN BRETAÑA E IRLANDA DEL NORTE
AUSTRIA	IRAQ	REPÚBLICA ÁRABE SIRIA
AZERBAIYÁN	IRLANDA	REPÚBLICA CENTROAFRICANA
BANGLADESH	ISLANDIA	REPÚBLICA CHECA
BELARÚS	ISLAS MARSHALL	REPÚBLICA DE COREA
BÉLGICA	ISRAEL	REPÚBLICA DE MOLDOVA
BENIN	ITALIA	REPÚBLICA DEMOCRÁTICA DEL CONGO
BOLIVIA	JAMAHIRIYA ÁRABE LIBIA	REPÚBLICA DOMINICANA
BOSNIA Y HERZEGOVINA	JAMAICA	REPÚBLICA FEDERATIVA DE YUGOSLAVIA
BRASIL	JAPÓN	REPÚBLICA UNIDA DE TANZANÍA
BULGARIA	JORDANIA	RUMANIA
BURKINA FASO	KAZAJSTÁN	SANTA SEDE
CAMBOYA	KENYA	SENEGAL
CAMERÚN	KUWAIT	SIERRA LEONA
CANADÁ	LA EX REPÚBLICA YUGOSLAVA DE MACEDONIA	SINGAPUR
CHILE	LETONIA	SRI LANKA
CHINA	LÍBANO	SUDÁFRICA
CHIPRE	LIBERIA	SUDÁN
COLOMBIA	LIECHTENSTEIN	SUECIA
COSTA RICA	LITUANIA	SUIZA
CÔTE D'IVOIRE	LUXEMBURGO	TAILANDIA
CROACIA	MADAGASCAR	TAYIKISTÁN
CUBA	MALASIA	TÚNEZ
DINAMARCA	MALÍ	TURQUÍA
ECUADOR	MALTA	UCRANIA
EGIPTO	MARRUECOS	UGANDA
EL SALVADOR	MAURICIO	URUGUAY
EMIRATOS ÁRABES UNIDOS	MÉXICO	UZBEKISTÁN
ESLOVAQUIA	MÓNACO	VENEZUELA
ESLOVENIA	MONGOLIA	VIET NAM
ESPAÑA	MYANMAR	YEMEN
ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA	NAMIBIA	ZAMBIA
ESTONIA	NICARAGUA	ZIMBABWE
ETIOPÍA	NÍGER	
FEDERACIÓN DE RUSIA	NIGERIA	
FILIPINAS	NORUEGA	
FINLANDIA	NUEVA ZELANDIA	
FRANCIA		
GABÓN		

El Estatuto del Organismo fue aprobado el 23 de octubre de 1956 por la Conferencia sobre el Estatuto del Organismo Internacional de Energía Atómica, celebrada en la Sede de las Naciones Unidas, Nueva York; entró en vigor el 29 de julio de 1957. La Sede del Organismo se encuentra en Viena. Su objetivo principal es “acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero”.

© OIEA, 2002

Impreso por el OIEA en Austria  
Julio de 2002

# EL ORGANISMO EN SÍNTESIS

(al 31 de diciembre de 2001)

- **133** Estados Miembros
- **58** organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales en todo el mundo tienen acuerdos y arreglos oficiales con el Organismo.
- **44** años de servicio internacional en 2001.
- **2205** funcionarios del Cuadro Orgánico y de servicios de apoyo.
- **\$230** millones de dólares del Presupuesto Ordinario para 2001, complementados por contribuciones extrapresupuestarias por valor de 27,7 millones de dólares.
- **\$73** millones de dólares como cifra objetivo para las contribuciones voluntarias al Fondo de Cooperación Técnica del Organismo, en apoyo de proyectos que representan 3 422 misiones de expertos y conferenciantes, 3 005 participantes en reuniones y talleres, 2 260 participantes en cursos de capacitación y 1 516 becarios y visitantes científicos.
- **3** laboratorios y centros de investigación internacionales.
- **2** oficinas de enlace (en Nueva York y Ginebra) y **2** oficinas extrasede de salvaguardias (en Tokio y Toronto).
- **120** proyectos coordinados de investigación aprobados, que representan 1 590 contratos y acuerdos de investigación activos.
- **225** acuerdos de salvaguardias en vigor en 141 Estados (y con Taiwan, China) que representaron 2 487 inspecciones de salvaguardias realizadas en 2001. Los gastos de salvaguardias en 2001 ascendieron a 70 millones de dólares en recursos del Presupuesto Ordinario y 15,2 millones de dólares en recursos extrapresupuestarios.
- **15** programas nacionales de apoyo a las salvaguardias y **1** programa de apoyo multinacional (Unión Europea).
- **500 000** y un poco más de visitas mensuales al sitio web del Organismo *WorldAtom*.
- **2** millones y algo más de registros en el Sistema Internacional de Documentación Nuclear (INIS), la mayor base de datos del Organismo.
- **182** publicaciones emitidas (en formato impreso y electrónico) en 2001.

## NOTA

- En el Informe Anual se examinan los resultados del programa del Organismo con arreglo a los tres “pilares”: tecnología, seguridad y verificación - y también a la gestión como se presenta en la *Estrategia de mediano plazo*. En el capítulo introductorio, “Examen del año: cuestiones y desafíos importantes”, en particular, se procura presentar un análisis temático, basado en los tres pilares, de las actividades del Organismo en 2001 en el contexto global de los notables adelantos registrados durante el año en el “mundo nuclear”.
- Los cuadros que se incluyeron anteriormente en el Anexo con respecto a lo siguiente:
  - Situación al 31 de diciembre de 2001 con respecto a la concertación de acuerdos de salvaguardias entre el Organismo y los Estados Partes en el Tratado de Tlatelolco
  - Acuerdos que estipulan salvaguardias, distintos de los concertados en relación con el TNP o el Tratado de Tlatelolco, aprobados por la Junta de Gobernadores hasta el 31 de diciembre de 2001
  - Instalaciones sometidas a las salvaguardias del Organismo o que contenían material salvaguardado al 31 de diciembre de 2001
  - Equipo y actividades principales de apoyo a las salvaguardiasestán disponibles ahora en el sitio web WorldAtom del Organismo (<http://www.iaea.org/worldatom/Documents/AnRep>).
- Todas las cantidades de dinero se expresan en dólares de los Estados Unidos.
- Las designaciones empleadas y la forma en que se presentan el texto y los datos en este documento no entrañan, de parte de la Secretaría, expresión de juicio alguno sobre la situación jurídica de ningún país o territorio, o de sus autoridades, ni acerca del trazado de sus fronteras.
- La mención de nombres de empresas o productos determinados (se indique o no que estén registrados) no supone intención alguna de vulnerar derechos de propiedad, ni debe interpretarse como un aval o recomendación por parte del Organismo.
- El término “Estado no poseedor de armas nucleares” se utiliza en la misma forma que en el Documento Final de la Conferencia de Estados no poseedores de armas nucleares de 1968 (documento A/7277 de las Naciones Unidas) y en el TNP.

## ABREVIATURAS

ABACC	Agencia Brasileño-Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares
ACR	Acuerdo de Cooperación Regional para la investigación, el desarrollo y la capacitación en materia de ciencias y tecnología nucleares
AEN	Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE
AFRA	Acuerdo de Cooperación en África para la investigación, el desarrollo y la capacitación en materia de ciencias y tecnología nucleares
ARCAL	Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe
BWR	reactor de agua en ebullición
CIDN	Comité Internacional de Datos Nucleares
CIFT	Centro Internacional de Física Teórica
CME	Consejo Mundial de Energía
COI	Comisión Oceanográfica Intergubernamental (UNESCO)
CS	cantidad significativa
DAES	Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas
ESTRO	Sociedad Europea para Radiología Terapéutica y Oncología
EURATOM	Comunidad Europea de Energía Atómica
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FORATOM	Foro Atómico Europeo
HWR	Reactor de agua pesada
IAEA-MEL	Laboratorio del OIEA para el Medio Ambiente Marino
IIAS	Instituto Internacional de Análisis Aplicado de Sistemas
ISO	Organización Internacional de Normalización
LWR	Reactor de agua ligera
OCAH	Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios
OCDE	Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
OMA	Organización Mundial de Aduanas
OMC	Organización Mundial del Comercio
OMI	Organización Marítima Internacional
OMM	Organización Meteorológica Mundial
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONUUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
OPANAL	Organismo para la Proscripción de las Armas Nucleares en América Latina y el Caribe
OPS	Organización Panamericana de la Salud/OMS
OTPCE	Organización del Tratado de prohibición completa de los ensayos nucleares
PCI	proyecto coordinado de investigación
PHWR	reactor de agua pesada a presión
PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PWR	reactor de agua a presión
RAF	Proyectos regionales en África
RAS	Regional, Asia oriental y el Pacífico
RAW	Proyectos regionales en Asia Occidental
RBMK	reactor de tubos de presión refrigerado por agua ligera en ebullición y moderado por grafito (antigua URSS)
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UNOPS	Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos
UNSCEAR	Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas
WWER	Reactor refrigerado y moderado por agua (antigua URSS)



# ÍNDICE

Examen del año: Cuestiones y desafíos . . . . .	1
La Junta de Gobernadores y la Conferencia General . . . . .	21

## PROGRAMA DEL ORGANISMO PARA 2001

### Tecnología

Energía nucleoelectrica . . . . .	25
Tecnología del ciclo del combustible nuclear y de gestión de desechos . . . . .	32
Evaluación comparativa para el desarrollo energético sostenible . . . . .	39
Agricultura y alimentación . . . . .	45
Sanidad humana . . . . .	52
Medio ambiente marino y recursos hídricos . . . . .	58
Aplicaciones de las ciencias físicas y químicas . . . . .	69

### Seguridad

Seguridad nuclear . . . . .	79
Seguridad radiológica . . . . .	87
Seguridad de los desechos radiactivos . . . . .	93
Coordinación de las actividades de seguridad . . . . .	97

### Verificación

Salvaguardias . . . . .	103
Seguridad de los materiales . . . . .	113
Verificación en el Iraq conforme a las resoluciones del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas . . . . .	116

### Gestión

Gestión de la cooperación técnica para el desarrollo . . . . .	119
Formulación de políticas, gestión y servicios de apoyo . . . . .	124

Anexo . . . . .	132
-----------------	-----

Organigrama . . . . .	interior de la contraportada
-----------------------	------------------------------





## Anexo

Cuadro A1. Asignación y utilización de los recursos del Presupuesto Ordinario en 2001 . . .	133
Cuadro A2. Fondos extrapresupuestarios en 2001 - Recursos y gastos . . . . .	134
Cuadro A3. Desembolsos de cooperación técnica por programas del Organismo y regiones, en 2001 . . . . .	135
Cuadro A4. Costos estimados de las opciones de tecnologías de mitigación en el sector de la generación de energía en comparación con las estaciones alimentadas con carbón, como opción de referencia, y posibles reducciones de las emisiones de carbono hasta 2010 y 2020 para los países del Anexo 1 . . . . .	137
Cuadro A5. Costos estimados de las opciones de tecnologías de mitigación en el sector de la generación de energía en comparación con las estaciones alimentadas con carbón, como opción de referencia, y posibles reducciones de las emisiones de carbono hasta 2010 y 2020 para los países que no figuran en el Anexo 1 . . . . .	137
Cuadro A6. Costos estimados de las opciones de tecnologías de mitigación en el sector de la generación de energía en comparación con las centrales a gas con CCGT, como opción de referencia, y posibles reducciones de las emisiones de carbono hasta 2010 y 2020 para los países del Anexo 1 . . . . .	138
Cuadro A7. Costos estimados de las opciones de tecnologías de mitigación en el sector de la generación de energía en comparación con las centrales a gas con CCGT, como opción de referencia, y posibles reducciones de las emisiones de carbono hasta 2010 y 2020 para los países que no figuran en el Anexo 1 . . . . .	138
Cuadro A8. Misiones del grupo internacional de examen del análisis probabilista de la seguridad (IPSART) en 2001 . . . . .	139
Cuadro A9. Examen de los programas de gestión de accidentes (RAMP) en 2001 . . . . .	139
Cuadro A10. Misiones de grupos de examen de la seguridad internacional (OSART) en 2001 . . . . .	139
Cuadro A11. Misiones del servicio de examen por homólogos de la experiencia en el comportamiento de la seguridad operacional (PROSPER) en 2001 . . . . .	139
Cuadro A12. Actividades del programa de mejoramiento de la cultura de la seguridad (SCEP) en 2001 . . . . .	140
Cuadro A13. Misiones del servicio de examen de la seguridad técnica (ESRS) en 2001 . . .	140
Cuadro A14. Misiones de evaluación integrada de la seguridad de reactores de investigación (INSARR) en 2001 . . . . .	141
Cuadro A15. Misiones de examen de la seguridad en 2001 a reactores de investigación sometidos a acuerdos sobre proyectos y de suministro . . . . .	141
Cuadro A16. Misiones de grupos internacionales de examen de la situación reglamentaria (IRRT) en 2001 . . . . .	141
Cuadro A17. Número de Estados con actividades nucleares significativas al término de los años 1999, 2000 y 2001 . . . . .	142
Cuadro A18. Cantidades aproximadas de material sometido a las salvaguardias del Organismo al término de 2001 . . . . .	142
Cuadro A19. Número de instalaciones sometidas a salvaguardias o que contenían material salvaguardado al 31 de diciembre de 2001 . . . . .	143
Cuadro A20. Apoyo adicional de salvaguardias aportado por Estados y organizaciones . . .	143
Cuadro A21. Situación en cuanto a la concertación de acuerdos de salvaguardias y protocolos adicionales (en 31 de diciembre de 2001) . . . . .	144
Cuadro A22. Participación de los Estados en tratados multilaterales de los que es depositario el Director General, concertación de acuerdos suplementarios revisados y aceptación de enmiendas del artículo VI y del párrafo A del artículo XIV del Estatuto del Organismo (situación en 31 de diciembre de 2001) . . . . .	151
Cuadro A23. Instrumentos negociados y aprobados bajo los auspicios del Organismo, de los que es depositario el Director General del Organismo (situación y novedades pertinentes) . . . . .	156
Cuadro A24. Proyectos coordinados de investigación – nuevos o concluidos en 2001 . . . .	157
Cuadro A25. Cursos de capacitación, seminarios y talleres en 2001 . . . . .	160
Cuadro A26. Publicaciones producidas en 2001 . . . . .	168



# EXAMEN DEL AÑO: CUESTIONES Y DESAFÍOS MAS IMPORTANTES

El Organismo Internacional de Energía Atómica siguió desempeñando una importante función en 2001 en virtud de los tres pilares de su mandato: *tecnología, seguridad y verificación*. En particular, sirvió de elemento catalizador del desarrollo sostenible mediante la transferencia de ciencia y tecnología nucleares, como contribuyente fundamental de la seguridad nuclear mundial y piedra angular del régimen de no proliferación nuclear. El programa del Organismo se centró en: el logro del desarrollo y la transferencia de tecnologías nucleares con fines pacíficos; el fomento y mantenimiento de un régimen mundial de seguridad nuclear; y la vigilancia contra la proliferación de las armas nucleares y el reforzamiento de la seguridad de los materiales e instalaciones nucleares.

En este capítulo se presenta la situación de la esfera nuclear en 2001 desde la perspectiva del Organismo, junto con un resumen de sus principales actividades y logros.

## TECNOLOGÍA

### *Desarrollo sostenible*

En 2001, como antes, se expresó una diversidad de criterios diferentes respecto de la energía nucleoelectrónica. En abril, en el noveno período de sesiones de la Comisión sobre Desarrollo Sostenible (CSD-9), las Partes acordaron no aceptar la contribución de la energía nuclear al desarrollo sostenible. En el texto final se señaló que algunos países consideran la energía nuclear como un factor que contribuye notablemente al desarrollo sostenible, mientras que otros consideran que ambos son básicamente incompatibles. No obstante, las partes llegaron al acuerdo unánime de que “la decisión de optar por la energía nuclear es responsabilidad de los gobiernos”.

La Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) llegó a un acuerdo en relación con las reglas de aplicación (mencionadas como los Acuerdos de Marrakech) del Protocolo de Kyoto de 1997 para la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Este es un paso importante para adjudicar un valor económico tangible a la contribución que hace la energía nucleoelectrónica a la tarea de evitar las emisiones de GEI, aún cuando los Acuerdos de Marrakech excluyan los proyectos nucleares de dos de los tres mecanismos flexibles del Protocolo de Kyoto que otorgan créditos a los Estados por evitar los GEI: el mecanismo para un desarrollo limpio (CDM) y la aplicación conjunta (el tercer mecanismo es el comercio de los derechos de emisión).

Como órgano especializado en la ciencia y tecnología nucleares del sistema de las Naciones Unidas, el Organismo ha participado activamente aportando información a los procesos continuos de la CSD y la UNFCCC. Por ejemplo, el Organismo dio su aportación al Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), que llegó a la conclusión, entre otras cosas, de que las centrales nucleares tienen el máximo potencial de mitigación de los GEI en el sector energético. El Organismo también ha estado participando en el proceso preparatorio de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (WSSD) que tendrá lugar en agosto de 2002 en Johannesburgo. La ciencia y las tecnologías nucleares han tenido que contribuir considerablemente a los progresos alcanzados en relación con el *Programa 21*, negociado en la Conferencia sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de las Naciones Unidas celebrada en 1992 (la “Cumbre de la Tierra” de Río), en esferas como la agricultura, la inocuidad de los alimentos, la salud pública, las técnicas industriales, la generación de electricidad y el aprovechamiento y gestión de los recursos hídricos (Recuadro 1).

*La energía nucleoelectrónica en el mundo*

La energía nucleoelectrónica sigue siendo una parte importante de la mezcla energética de muchos países. A finales de 2001 había 438 centrales nucleares (CN) en funcionamiento, lo que correspondía a una potencia total de 353 GW(e), o sea, más de 10 000 años-reactor de experiencia de explotación acumulativa y alrededor del 16% de la producción mundial de electricidad. En el año se pusieron en servicio dos nuevas centrales. Si bien la energía nucleoelectrónica se produce fundamentalmente en una amplia diversidad de países industrializados, 31 de las 32 nuevas centrales en construcción se encuentran en Asia o en Europa central y oriental.

Con respecto a las centrales nucleares existentes, la tendencia reciente más significativa es el aumento constante de los factores de disponibilidad mediante las mejoras de los procedimientos operacionales, el apoyo técnico, la gestión estratégica, el suministro de combustible y la disposición final del combustible gastado. Estos factores han reducido los costos de generación y aumentado la seguridad. Su impacto acumulativo es considerable: en el decenio de 1990 la disponibilidad se incrementó en una suma equivalente a la construcción de 28 nuevas centrales nucleares de 1 000 MW(e) cada una. Entre los países de los que se dispone de datos de explotación para 2001, Alemania, Argentina, Brasil, España, Estados Unidos, Federación de Rusia, India, República Checa, República de Corea, Suiza y Ucrania han elevado su producción de electricidad nuclear a niveles sin precedentes.

En cuanto a las centrales nuevas, las perspectivas son variadas. Las nuevas centrales nucleares son más atractivas en los países que experimentan un rápido crecimiento en la demanda de energía, o en que los recursos energéticos autóctonos son escasos, la seguridad de suministro de energía constituye

#### RECUADRO 1. **LOS ISÓTOPOS - INSTRUMENTOS INDISPENSABLES PARA ESTUDIAR EL CAMBIO CLIMÁTICO**

Aunque se acepta en general el criterio de que el reciente calentamiento global es resultado en gran medida del aumento de las concentraciones de GEI en la atmósfera, siguen causando gran incertidumbre las relaciones entre los parámetros concretos y los fenómenos climáticos, y las repercusiones del cambio climático en el ciclo hídrico de la Tierra. Los cambios observados en los últimos decenios no parecen tener precedentes si se comparan con el historial de cambios que ha sufrido el Planeta. El conocimiento de las causas de los cambios climáticos anteriores es, por consiguiente, una parte importante de las investigaciones sobre el cambio climático. Los isótopos son uno de los instrumentos más importantes para ayudar a los investigadores a obtener información sobre los cambios climáticos anteriores, ya que miden fundamentalmente las modificaciones que han tenido lugar con el tiempo en la distribución de los isótopos de oxígeno e hidrógeno presentes en las aguas subterráneas y los sedimentos.

En abril de 2001 el Organismo convocó en Viena una conferencia internacional sobre el estudio del cambio ambiental utilizando técnicas isotópicas. La conferencia examinó las últimas técnicas isotópicas y sus aplicaciones en las investigaciones sobre el cambio del clima mundial. Se examinaron las direcciones de las futuras investigaciones para la evaluación de: las repercusiones de la deforestación en el balance hídrico de la Cuenca del Amazonas; la comprensión de la variabilidad del clima y los cambios climáticos del pasado mediante registros relacionados con los núcleos continentales y de hielo polar; la caracterización y composición del movimiento, la mezcla y los tiempos de residencia de las masas de agua oceánicas; y los cambios climáticos del pasado registrados en las aguas subterráneas de acuíferos de Europa, Asia, Australia, África y América. La conferencia recomendó el establecimiento de una red mundial de vigilancia isotópica de grandes ríos similar a la red mundial de los isótopos en las precipitaciones del Organismo. ■

una prioridad o la energía nucleoelectrica se considera como un importante medio para reducir la contaminación atmosférica y las emisiones de GEI. En Europa occidental y América del Norte, las dos regiones con el mayor número de centrales nucleares en explotación, no hay planes en firme para la construcción de nuevas centrales hasta el final de 2001. No obstante, en enero de 2002 el Gobierno de Finlandia adoptó una decisión favorable "en principio" de construir una quinta central nuclear en relación con una aplicación de una compañía de electricidad. Además, la nueva "política energética" de los Estados Unidos, divulgada en mayo de 2001, recomendó el apoyo gubernamental para la "expansión de la energía nuclear en los Estados Unidos como componente principal de la política energética nacional". Durante el año Bélgica y Alemania adoptaron medidas legislativas para eliminar gradualmente la energía nucleoelectrica al final de la vida útil de sus reactores que están actualmente en explotación.

Dados los bajos costos del combustible y el aumento de los factores de capacidad, una central nuclear bien administrada y amortizada adecuadamente suele ser la opción menos costosa para la producción de electricidad. Así, cada vez crece más el interés en la prolongación de la vida útil de las centrales existentes. Hasta el final de 2001, se habían concedido prórrogas a seis plantas eléctricas de los Estados Unidos, lo que permitió aumentar la vida útil de cada una a 60 años. Los propietarios de otro 40% de las centrales estadounidenses en explotación han indicado la intención de solicitar prórrogas de licencia. La US Nuclear Regulatory Commission espera que la cifra alcance a la larga el 85% o más. Además, en 2001 el Ministerio de Energía Atómica de la Federación de Rusia decidió prolongar en 15 años la vida útil de Novovoronezh 3 y 4.

En cuanto a la energía nucleoelectrica, la innovación será un factor clave para cerrar la brecha entre los escenarios energéticos mundiales a corto plazo en los cuales se prevé sólo una modesta expansión (o incluso una reducción) y los escenarios a más largo plazo, que prevén una expansión considerable. Los principales objetivos de los conceptos innovadores son lograr costos de capital bajos, períodos breves de construcción y puesta en funcionamiento, un nivel muy alto de seguridad, y resistencia a la proliferación. Se han concebido varios diseños de tamaño pequeño a mediano para tratar de aprovechar las estructuras y sistemas modulares con miras a la instalación rápida en el emplazamiento, la obtención de economías de producción en serie, una financiación más fácil, y su posible atracción para los países con redes de electricidad o necesidades de potencia reducidas en lugares apartados. Quizás estos diseños también sean más apropiados para aplicaciones no eléctricas como la calefacción urbana, la desalación y la producción de hidrógeno. Muchos diseños de reactores avanzados se encuentran en diversas etapas de desarrollo en los programas nacionales de investigación que se llevan a cabo en el mundo.

Se están desarrollando dos importantes actividades internacionales sobre los diseños de reactores innovadores. La primera es el Proyecto internacional sobre ciclos del combustible y reactores nucleares innovadores (INPRO), que cuenta con 13 miembros (Alemania, Argentina, Brasil, Canadá, China, España, Federación de Rusia, India, Países Bajos, República de Corea, Suiza y Turquía, así como la Comisión Europea) y está abierto a la participación de todos los Estados Miembros y organizaciones interesados. La otra es el Generation IV International Forum (GIF), que iniciaron los Estados Unidos y que actualmente tiene diez miembros. La Carta del GIF fue firmada oficialmente en 2001; este también fue el primer año de funcionamiento del INPRO.

Este último, en particular, procura promover innovaciones en los reactores y ciclos del combustible nucleares para atender a las probables necesidades en el futuro desde el punto de vista de la economía, la seguridad, las repercusiones ambientales, la resistencia a la proliferación y la aceptación pública. Sus objetivos consisten en asegurar que se disponga de la energía nuclear para ayudar a satisfacer las necesidades de energía del siglo XXI y lograr el compromiso de los propietarios y usuarios de la tecnología. Actualmente el interés se centra en la definición de necesidades de los usuarios que puedan después utilizarse para ayudar a diseñar estrategias de I+D adecuadas. Con posterioridad los Estados Miembros podrán examinar los diseños innovadores en relación con estas necesidades.

*Ciclo del combustible nuclear y gestión de desechos*

En Finlandia y los Estados Unidos se lograron importantes adelantos en relación con la parte final del ciclo del combustible. En mayo de 2001 el Parlamento de Finlandia ratificó la decisión “en principio” del Gobierno de aprobar un repositorio final de combustible gastado en una caverna situada en las inmediaciones de las centrales nucleares de Olkiluoto. El inicio de la obra está previsto para 2011 y la puesta en funcionamiento diez años después. También en mayo el Departamento de Energía de los Estados Unidos determinó que el emplazamiento de disposición final de Yucca Mountain cumple las normas de radiación establecidas por el Organismo de Protección Ambiental a principios del año.

Teniendo en cuenta el aumento del número de países interesados en la ciencia del almacenamiento y disposición final en formaciones geológicas profundas, el Organismo creó una “Red internacional de centros de excelencia para la demostración y capacitación en disposición final geológica”. Esta red, cuyas instalaciones se construyeron inicialmente en la periferia de los laboratorios de investigaciones subterráneos facilitados por los Gobiernos de Bélgica y el Canadá, se ha ampliado actualmente para incluir a los Estados Unidos, el Reino Unido y Suiza.

Pasando a la parte final del ciclo del combustible nuclear, el Organismo y la AEN de la OCDE publicaron conjuntamente una nueva edición del “Libro Rojo”: *Uranium 2001: Resources, Production and Demand*. El Libro Rojo es la fuente de referencia mundial más importante sobre los suministros de uranio y contiene la información más reciente sobre la exploración, la producción, los recursos y la demanda de uranio. En un estudio complementario publicado por el Organismo, *Analysis of Uranium Supply to 2050*, se llegó a la conclusión de que los recursos conocidos son suficientes para satisfacer las necesidades primarias de suministro hasta 2035 en un caso de demanda media, después de lo cual se deberán desarrollar nuevos recursos.

*Fusión nuclear*

Los científicos e ingenieros en fusión más importantes del mundo concluyeron un diseño técnico detallado del Reactor termonuclear experimental internacional (ITER), que demostrará la viabilidad científica y tecnológica de la energía de fusión. El Organismo ha apoyado las actividades relacionadas con el proyecto ITER desde su creación y las Partes en el ITER (Canadá, Federación de Rusia, Japón y Unión Europea) han pedido al Organismo su apoyo continuo durante la próxima fase que desembocará en la construcción del ITER. Se está sometiendo a examen un emplazamiento del Canadá y se espera que la Unión Europea y el Japón hagan otros ofrecimientos de emplazamientos.

*Transferencia de tecnología*

La promoción de la capacidad científica, tecnológica y reglamentaria de los países en desarrollo mediante la transferencia de tecnología y la creación de capacidades figuran entre las tareas principales del programa de cooperación técnica del Organismo, en que se presta especial atención a la cooperación técnica entre los países en desarrollo (Recuadro 2). En 2001, año que constituyó un hito del programa, los desembolsos ascendieron notablemente a 73,5 millones de dólares de 59,1 millones de dólares en 2000. Los sectores de actividad más importantes fueron: sanidad humana (23%), seguridad (20%), agricultura y alimentación (17%), aplicaciones de ciencias físicas y médicas como en hidrología isotópica (14%), creación de capacidad (7%), medio ambiente marino (7%), energía nucleoelectrónica (5%), y tecnología del ciclo del combustible nuclear y de gestión de desechos (4%). De estos desembolsos, aproximadamente el 41% se destinó a equipo y el 59% a capacitación, servicios de expertos, subcontratos, servicios varios y becas. También puede aumentarse la eficacia del programa de cooperación técnica del Organismo mediante el fomento de asociaciones estratégicas en las que se combinen tecnologías nucleares y actividades no nucleares esenciales (Recuadro 3).

La creación de capacidad, que entraña la promoción del desarrollo de recursos humanos nacionales y la transferencia de tecnología, ha pasado a ser un tema principal de las actividades del Organismo dirigidas a los Estados Miembros en desarrollo. A este respecto, el Organismo estableció PCI temáticos con la finalidad de combinar la creación de capacidad con las actividades de investigación y desarrollo. Un componente indispensable de un PCI temático es la designación de parejas de investigadores superiores de un país en desarrollo y un país desarrollado, para que estas parejas supervisen a los titulares de becas de investigación del mismo país en desarrollo en los estudios que cursen para la obtención de un doctorado o un título avanzado similar. Ello ayudará a crear capacidad en los países en desarrollo, particularmente en el contexto del descenso general del número de jóvenes que se deciden por carreras de ciencias nucleares. El trabajo de doctorado individual efectuado en el marco del PCI temático aborda la misma esfera de investigación, lo que amplía el enfoque respecto del asunto objeto de investigación. En 2001 estaban en marcha dos PCI temáticos en materia de medicina nuclear y nutrición.

#### *Técnica de los insectos estériles (TIE)*

La mosca tsetse es uno de los mayores obstáculos al desarrollo socioeconómico de África, que afecta gravemente a la salud de los seres humanos y el ganado, así como al uso de la tierra. En su Cumbre celebrada en julio de 2001 en Lusaka, los Jefes de Estados y Gobiernos Africanos aprobaron un plan de acción para la Campaña panafricana de erradicación de la mosca tsetse y la tripanosomiasis (PATTEC).

El Organismo está desempeñando un importante papel en las actividades de apoyo a la iniciativa de la PATTEC, ya que la TIE será un componente esencial de un conjunto de tecnologías que se aplicarán. En 2001 la Conferencia General del Organismo aprobó una resolución en la que acoge con beneplácito el Plan de acción de la OUA y pide al Organismo que, en cooperación con los Estados Miembros y las organizaciones internacionales pertinentes, continúe apoyando a los Estados

#### **RECUADRO 2. ATENCIÓN DE LAS NECESIDADES HUMANAS - TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA NUCLEAR PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE**

La transferencia de tecnología en relación con las actividades de cooperación técnica del Organismo fue el centro de atención del Foro Científico celebrado en septiembre de 2001 durante la cuadragésima quinta reunión ordinaria de la Conferencia General. El Foro brindó una oportunidad para el diálogo entre las contrapartes nacionales, intergubernamentales y no gubernamentales de las distintas regiones que comparten los mismos problemas de desarrollo.

El Foro se centró en tres aspectos asociados a la transferencia de tecnología: promoción de la seguridad alimentaria utilizando los isótopos y las radiaciones para superar restricciones ecológicas básicas; gestión de los recursos hídricos mediante la comprensión de la dinámica de los acuíferos; y mejora de la sanidad humana con el empleo de los isótopos a efectos de crear nuevas vacunas y reactivos para el diagnóstico. En su discurso inaugural ante el Foro, el Sr. Jeffrey Sachs, Profesor de comercio internacional de la Universidad de Harvard, analizó el papel de la ciencia y la tecnología en los países industrializados y los países en desarrollo y recalcó que la participación de científicos e ingenieros destacados para hacer frente al desafío de ayudar a la población más pobre del mundo es una tarea crítica que requiere apoyo de donantes internacionales y medidas de organizaciones internacionales, entre ellas, el Organismo. En la mesa redonda de clausura los expertos examinaron las formas en que los instrumentos de ciencia y tecnología, particularmente las tecnologías nucleares, pueden aplicarse mejor a escala nacional, regional y mundial para resolver los problemas apremiantes de la seguridad alimentaria, la mejora de la salud pública y el aprovechamiento de los recursos de agua potable. ■

Miembros africanos en sus esfuerzos por erradicar la mosca tsetsé. La Conferencia de la FAO celebrada en 2001 aprobó una resolución análoga.

Para garantizar la participación de todos los interesados directos dentro y fuera de África, y reconociendo la importancia de la cooperación internacional en las actividades de apoyo a la iniciativa de la PATTEC, la OUA instituyó un Comité de Política y Movilización, bajo la presidencia de su Secretario General, para que orientara la labor de la PATTEC. El Organismo, la FAO y la OMS están representados en este Comité.

#### *Irradiación de alimentos*

El Grupo Consultivo Internacional sobre Irradiación de Alimentos (GCIIA) está integrado por 46 Estados Miembros, más de la mitad procedentes de los países en desarrollo. La División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Agricultura y la Alimentación actúa como su Secretaría. El GCIIA ha venido evaluando los adelantos alcanzados a nivel mundial en la irradiación de alimentos; proporcionando asesoramiento sobre su aplicación a los Estados Miembros y a las tres organizaciones copatrocinadoras: el Organismo, la FAO y la OMS, y suministrando información al Comité Mixto FAO/OIEA/OMS de Expertos sobre la Comestibilidad de los Alimentos Irradiados. Luego de cumplir su mandato relacionado con la elaboración de directrices normativas para el Organismo, la FAO y la OMS, y de contribuir satisfactoriamente a las actividades destinadas a facilitar la aceptación y aplicación de las técnicas de irradiación de alimentos en los últimos 17 años, el GCIIA decidió en 2001 eliminar gradualmente sus actividades a más tardar en 2004, allanando el camino para el establecimiento de una nueva organización con una firme participación del sector privado, en especial la industria alimentaria. La estructura de esta organización será definida en la reunión del GCIIA que tendrá lugar en noviembre de 2002.

#### *Nutrición*

Aproximadamente el 70% de todos los niños que sufren retraso en el crecimiento viven en Asia, donde el 21% de los lactantes nacen desnutridos. Además, las deficiencias de hierro y yodo siguen siendo

### **RECUADRO 3: CREACIÓN DE ASOCIACIONES ESTRATÉGICAS PARA LA COOPERACIÓN TÉCNICA**

Los beneficios de la transferencia de la tecnología nuclear que aporta el Organismo a los Estados Miembros pueden maximizarse cuando esta tecnología se combina con las aptitudes y conocimientos técnicos de otras esferas conexas. Las asociaciones estratégicas con instituciones técnicas afines ayudan a asegurar que las tecnologías nucleares transferidas logren el impacto deseado.

Un buen ejemplo se encuentra en la esfera de los bancos de tejidos. El Organismo ha logrado notables éxitos en el establecimiento de cursos de capacitación, a los que se tiene acceso actualmente mediante instalaciones de aprendizaje a distancia, sobre irradiación de tejidos para operaciones quirúrgicas. Sin embargo, la producción de tejidos irradiados no basta por sí sola. Es preciso desarrollar campañas de sensibilización para promover la donación de tejidos, y los cirujanos deben recibir capacitación para que puedan trasplantarlos en los pacientes. Visto que estas "vinculaciones progresivas y regresivas" no asociadas con el sector nuclear no forman parte de sus actividades normales, el Organismo creó una asociación con la Musculo-Skeletal Transplant Foundation, organización no lucrativa que puede transferir las aptitudes necesarias. Estas y otras asociaciones estratégicas ayudarán a garantizar que la tecnología nuclear transferida a los Estados Miembros se utilice para crear productos valiosos, y además que esté disponible de manera sostenible. ■

cuestiones de salud pública muy importantes de la región. Las técnicas isotópicas constituyen mecanismos muy eficaces para evaluar el estado nutricional de las personas y las poblaciones, ya que sirven para medir las necesidades de nutrientes y estudiar la biodisponibilidad de vitaminas y minerales. El Organismo ha estado apoyando estas actividades por conducto de varios de sus programas en 2001. Especial importancia reviste un proyecto regional de cooperación técnica que se ejecuta en Asia para estudiar la biodisponibilidad de micronutrientes agregados en alimentos básicos. Participan en este proyecto China, Filipinas, Indonesia, Malasia, Pakistán, Tailandia y Viet Nam. Así, la amplia aceptación de las tecnologías nucleares por parte de varios gobiernos de la región de Asia oriental y el Pacífico para comprobar la biodisponibilidad de alimentos fortificados ha creado asociaciones que han consolidado los esfuerzos por combatir la malnutrición en esa región. Además, el Organismo comenzó a adoptar medidas con el fin de establecer una asociación con el Banco de Desarrollo Asiático y atender a este problema.

#### *Código de práctica internacional aplicable a la dosimetría*

El Organismo publicó un nuevo código de práctica en materia de dosimetría con objeto de ayudar a los Estados Miembros a normalizar sus procedimientos a efectos de medir la cantidad de radiación utilizada para tratar a pacientes de cáncer. La elaboración de esta norma, que demoró cinco años en ultimarse, reclamó la participación de varios físicos médicos eminentes y en su examen intervinieron más de 50 científicos de 20 países. La OMS, la OPS y la Sociedad Europea de Radiología Terapéutica y Oncología también la han refrendado. Este Código resulta singular, ya que su método de cálculo es compatible con respecto a una diversidad de haces de radiación y es inherentemente más sencillo que los métodos anteriores. Se espera que sea de utilidad para los laboratorios de medición de radiaciones de todo el mundo; instituciones de Arabia Saudita, Argelia, Finlandia, Grecia, Noruega y Suecia ya han adoptado el Código.

#### *Uranio empobrecido*

En los conflictos militares ocurridos durante el último decenio se utilizaron municiones con uranio empobrecido (UE). Las consecuencias posibles y notificadas de la exposición a residuos de UE para la población civil local, las fuerzas de mantenimiento de la paz y el medio ambiente han causado preocupación entre el público y los medios de comunicación. Por lo tanto, el Organismo decidió celebrar un seminario científico y un curso de capacitación con el fin de brindar la base científica y la información básica adecuada a sus Estados Miembros para evaluar los riesgos y consecuencias radiológicas y toxicológicas del UE. El seminario y el curso de capacitación fueron organizados en septiembre en cooperación con el PNUMA y la OMS. En actividades conexas, expertos del Organismo y el PNUMA, a petición del Gobierno, comenzaron a evaluar las consecuencias de los residuos de UE que podrían estar presentes en Kuwait desde la Guerra del Golfo.

#### *Integración de las aplicaciones isotópicas en los programas nacionales de aprovechamiento de los recursos hídricos en África*

Las técnicas isotópicas son instrumentos singulares para obtener información hidrológica con miras a la gestión sostenible de los recursos de aguas subterráneas. Como resultado del aumento del interés de los Estados Miembros del Organismo en la aplicación de estas técnicas, la asistencia técnica en hidrología isotópica casi se ha triplicado en los últimos cinco años. Más de 65 proyectos de cooperación técnica en hidrología isotópica se están ejecutando actualmente en África, Asia y América Latina para elaborar enfoques apropiados con el fin de integrar las técnicas isotópicas con los programas nacionales de gestión de recursos hídricos en curso. Se han elaborado varios proyectos regionales para ayudar a los principales programas sobre fuentes de agua dulce patrocinados por gobiernos y donantes.

La escasez crónica de agua es un obstáculo principal para el desarrollo socioeconómico del sur de Madagascar, que constituye la región menos adelantada del país. Para aumentar la disponibilidad de

agua potable en esta región, el Gobierno ha iniciado un “Proyecto de 500 pozos” apoyado por el Banco Mundial. En 2001 el Organismo puso a disposición de las autoridades del proyecto los datos hidrogeológicos recopilados con técnicas isotópicas en estratos geológicos similares de Madagascar. Estos datos se están utilizando para orientar la labor de selección de los sitios de perforación de estos pozos.

Con el empleo de técnicas isotópicas el Organismo también ha ayudado a determinar las fuentes de contaminación por nitrato en el acuífero que abastece de agua a la ciudad de Dodoma, en la República Unida de Tanzania. El Gobierno ha utilizado esta información a efectos de elaborar los criterios necesarios para imponer restricciones al uso de la tierra y proteger las aguas subterráneas de la región.

## SEGURIDAD

En el año se siguieron realizando actividades nacionales e internacionales para acrecentar la seguridad mundial de la energía nucleoelectrónica, elemento vital para lograr la credibilidad de la tecnología nuclear. En 2001 se confirmó aún más el hecho de que a partir del accidente de Chernóbil el comportamiento de la seguridad ha seguido registrando importantes mejoras en todo el mundo. Esto ha quedado demostrado gracias a las misiones de examen de la seguridad del propio Organismo y a la información recopilada sobre la experiencia operacional y los datos relacionados con el comportamiento de las centrales elaborados por la Asociación Mundial de Explotadores de Instalaciones Nucleares (AMEIN). Las tendencias positivas en la seguridad nuclear quedaron confirmadas en la segunda reunión de examen de la Convención sobre Seguridad Nuclear, en que las Partes Contratantes examinaron los informes nacionales presentados por los Estados en 2001 y llegaron a la conclusión de que se habían observado progresos significativos a partir de la primera reunión de examen de 1999. Asimismo, el Consejo de la Unión Europea (UE) publicó un “Informe sobre la seguridad nuclear en el contexto de la ampliación”, en el que se señala que varios Estados que tratan de pasar a ser miembros de la UE comenzaron a aplicar importantes programas de modernización y fomento de la seguridad. A pesar de estos acontecimientos positivos, todavía queda mucho por hacer en el plano nacional e internacional para resolver la disparidad en los procedimientos de seguridad que aplican los diversos países. Además, a raíz de los sucesos del 11 de septiembre de 2001, se ha puesto de relieve la interrelación entre la seguridad física y la seguridad funcional en el uso de las tecnologías nucleares.

En el año precedente se produjeron acontecimientos notables relacionados con la labor que llevaron a cabo varios órganos especializados con respecto a la formulación de conclusiones y recomendaciones autorizadas sobre temas relacionados con la seguridad. Su asesoramiento constituye una importante aportación a la elaboración de las normas de seguridad del Organismo y de muchos reglamentos nacionales de seguridad. Por ejemplo, el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR) se centró en el riesgo de los efectos hereditarios de la exposición a las radiaciones y llegó a la conclusión de que tal riesgo probablemente fuera algo inferior a los cálculos anteriores, y requería una revisión en sentido descendente de los coeficientes de riesgo utilizados anteriormente para determinar los efectos hereditarios. También en 2001, la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR) continuó trabajando en la revisión y simplificando sus recomendaciones sobre protección radiológica para que hicieran más hincapié en las dosis individuales que en las dosis colectiva. El Grupo Internacional Asesor en Seguridad Nuclear (INSAG) concluyó sus actividades relativas a las cuestiones clave del fortalecimiento de la cultura de la seguridad y el mantenimiento de los conocimientos, la capacitación y la infraestructura para la investigación y el desarrollo. El asesoramiento del INSAG sobre esta última destacó la necesidad de realizar mayores esfuerzos para que se siguieran facilitando en el futuro los conocimientos, los recursos humanos y el apoyo en materia de I+D necesarios para mantener y mejorar la seguridad de las actividades nucleares.

La AEN de la OCDE prosiguió sus esfuerzos destinados a estimular la cooperación internacional en las investigaciones en materia de seguridad. Por ejemplo, su proyecto iniciado para la investigación

en el contexto de la reglamentación nuclear reunió a reguladores, investigadores y titulares de licencias para examinar los problemas actuales. También se siguió centrandose en los aspectos de seguridad de la gestión de los desechos de período largo, tratando cuestiones tales como la recuperabilidad de los desechos sometidos a disposición final o la adopción de decisiones por orden prioritario en el proceso de ejecución a largo plazo relacionado con los repositorios geológicos.

Las demandas del público de mayores garantías en las cuestiones de seguridad, que exigen mayor transparencia y rendición de cuentas, están hallando eco en muchos países. Por lo tanto, la necesidad de un régimen de seguridad internacional más eficaz y transparente sigue siendo una cuestión de alta prioridad. En septiembre de 2001 se celebró una conferencia internacional sobre cuestiones de actualidad en la que se destacaron algunos de los retos más importantes a que se enfrenta la comunidad de la seguridad nuclear. Entre ellas se incluía la seguridad de los reactores de investigación, el mantenimiento de la competencia en materia de seguridad, la adopción de decisiones con conocimiento de los riesgos, la influencia de los factores externos en la seguridad nuclear, la seguridad de las instalaciones del ciclo del combustible nuclear y los indicadores de comportamiento de la seguridad. La conferencia subrayó la importancia fundamental para todos los aspectos de la seguridad de la existencia de una sólida cultura de la seguridad y de la gestión de la seguridad.

#### *Chernóbil*

En marzo de 2001 el Gobierno de Ucrania seleccionó el diseño de un nuevo sistema de protección que se construiría en torno al “sarcófago” de la unidad 4 de Chernóbil. El Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo estuvo de acuerdo con esta decisión, preparando las condiciones para la elaboración de las especificaciones técnicas y la obtención de ofertas para dar comienzo a los trabajos.

En abril y junio, se celebraron en Ucrania dos conferencias internacionales importantes con ocasión del 15º aniversario del accidente de Chernóbil. Su centro de interés fueron las enseñanzas deducidas del accidente y sus efectos para la salud. Además de realizarse una actualización con respecto a la incidencia del cáncer de tiroides radioinducido en personas que en el momento del accidente eran lactantes o niños pequeños, en ambas conferencias se trataron otros problemas sanitarios de la región afectada. Se llegó a la conclusión de que había algunas pruebas, todavía no concluyentes, de un número excesivo de casos de leucemia entre los “liquidadores” (los participantes en las operaciones de descontaminación del emplazamiento en 1986 y 1987), quienes recibieron importantes dosis de radiación, pero que en la población en general no se observaba un aumento significativo de la incidencia de leucemia. Había también algunos datos que indicaban un posible aumento de la incidencia de cánceres sólidos en las zonas afectadas, pero poca o ninguna prueba de algún vínculo causal con la exposición a la radiación.

#### *Fortalecimiento del régimen mundial de seguridad*

La elaboración y aprobación de convenciones internacionales jurídicamente vinculantes bajo los auspicios del Organismo ha contribuido sobremedida al fortalecimiento de la seguridad nuclear en todo el mundo. Hasta la fecha se han elaborado convenciones relacionadas con la seguridad de los reactores de potencia, la gestión de los desechos radiactivos y el combustible gastado, la pronta notificación y asistencia en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica, y la protección física de los materiales nucleares. Con todo, muchos Estados todavía no son partes en estas convenciones, algunas esferas clave de la actividad nuclear aún no están sujetas a convenciones y algunas de las convenciones que existen no tienen amplia cobertura. Se requieren mayores esfuerzos para universalizar estas convenciones, ampliar su alcance y considerar otros aspectos, como la seguridad de los reactores de investigación (Recuadro 4), en que podrían resultar útiles los códigos de conducta u otros tipos de compromisos internacionales. Un acontecimiento nuevo e importante en 2001 fue la entrada

en vigor de la Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos.

Dado que el objetivo principal de las convenciones relacionadas con la seguridad es promover la adhesión a objetivos y principios de seguridad internacionalmente acordados y respetados, la elaboración y mantenimiento de un amplio conjunto de normas de seguridad es un segundo elemento clave para el establecimiento de un régimen de seguridad integral. En los últimos años el Organismo ha estado trabajando intensamente para actualizar y concluir el conjunto de normas de seguridad que abarca toda la gama de actividades nucleares, incluida la seguridad nuclear, radiológica, de los desechos y del transporte, y elevar su calidad y visibilidad. Estas normas definen lo que es necesario para alcanzar un alto grado de seguridad. Aunque el número de Estados que utilizan las normas de seguridad del Organismo directamente o como base de referencia para los reglamentos de seguridad nuclear ha registrado un creciente aumento, la aceptación de las normas por todos los Estados y organizaciones intergubernamentales pertinentes sigue siendo un objetivo de alta prioridad.

#### *Servicios de seguridad del Organismo*

El Organismo continuó prestando asistencia a los Estados en la aplicación de sus normas, brindando enseñanza y capacitación, promoviendo el intercambio de información sobre las mejores prácticas de seguridad, y proporcionando una amplia gama de servicios de seguridad (Recuadro 5). Los servicios de seguridad nuclear que ofrece el Organismo, como los exámenes de la seguridad operacional, del diseño y de carácter reglamentario, siguen siendo objeto de gran demanda. En este caso los principales desafíos consisten en asegurar que el asesoramiento y asistencia que brinda el Organismo sean sustentados explícitamente por las normas de seguridad y que la experiencia práctica en la aplicación de las normas genere información que contribuya a mejorar la próxima generación de normas de seguridad.

#### **RECUADRO 4. MEDIDAS DESTINADAS A MEJORAR LA SEGURIDAD DE LOS REACTORES DE INVESTIGACIÓN**

Un aspecto que sigue causando inquietud es la seguridad de los reactores de investigación. En el año anterior el Organismo comenzó a aplicar una diversidad de medidas para el establecimiento de un régimen de seguridad amplio y de aceptación internacional para estos reactores. Además del trabajo que lleva a cabo en relación con las normas de seguridad, la notificación de incidentes y la supervisión reglamentaria, el Organismo determinó algunas cuestiones clave, como el deterioro del equipo, el almacenamiento inadecuado del combustible, la falta de supervisión reglamentaria, así como la insuficiencia de fondos y la falta de un plan definido para aprovechar al máximo los reactores. En respuesta a estas preocupaciones, el Organismo decidió aplicar un plan de acción internacionalmente acordado para los reactores de investigación, que incluye lo siguiente: una encuesta de evaluación para adquirir información pormenorizada sobre la situación de seguridad de los reactores de investigación en todo el mundo; la preparación de un código de conducta sobre la seguridad de estos reactores; un examen de los programas de asistencia del Organismo para asegurar que se otorgue prioridad a las cuestiones de máxima importancia para la seguridad; y el fortalecimiento de las actividades de vigilancia sobre la seguridad de los reactores de investigación en el marco de los acuerdos sobre proyectos y de suministro. En la aplicación de esta última medida, por ejemplo, el Organismo envió misiones de Evaluación integrada de la seguridad de reactores de investigación (INSARR) a Grecia, donde se examinaron los aspectos de seguridad operacional del reactor de investigación "Demokritos", y a Australia, donde se analizó el Informe preliminar de evaluación de la seguridad del reactor de investigación de sustitución que se construirá en Lucas Heights. ■

Los beneficios de los exámenes internacionales por homólogos y otros servicios quedan demostrados por el creciente grado en que las misiones de seguimiento encuentran que se han resuelto los problemas de seguridad individualizados. En el año anterior el Organismo comenzó a elaborar un enfoque más holístico, una “evaluación integrada de la seguridad”, que al agrupar los resultados de los servicios de evaluación existentes, proporciona un diagnóstico de los perfiles de seguridad nuclear en general de un Estado y determina las esferas en que deben centrarse las mejoras de seguridad.

En 2001 los servicios de examen y la asistencia prestados por el Organismo en materia de seguridad fueron utilizados por países de Europa central y oriental, la antigua Unión Soviética, el Sudeste de Asia y el Lejano Oriente. Por ejemplo, un grupo de expertos convocado por el Organismo evaluó la seguridad del diseño de la central nuclear Temelín 1 de la República Checa. En China, se siguió prestando asistencia para la mejora de la seguridad nuclear en la Qinshan Nuclear Power Corporation y misiones de expertos examinaron el diseño de la central nuclear recién construida de Tianwan, dando recomendaciones sobre la mitigación de accidentes graves y el sistema de protección del reactor. Asimismo, a solicitud de la Organización para el Desarrollo Energético de la Península de Corea (KEDO), el Organismo concluyó un examen de la seguridad del diseño del proyecto LWR que la KEDO está ejecutando para la República Popular Democrática de Corea (RPDC).

#### *Seguridad física y tecnológica de las fuentes de radiación*

Una importante cuestión de seguridad para el Organismo es la seguridad física y tecnológica de las fuentes de radiación. En el año anterior el Plan de Acción del Organismo relativo a estas cuestiones fue revisado y ampliado con el fin, entre otras cosas, de promover la autoevaluación de las disposiciones nacionales de protección, la formulación de más orientaciones y la asistencia en la ubicación de “fuentes huérfanas” y en las medidas de respuesta a emergencias. El plan revisado prevé la

#### **RECUADRO 5. MEJORA DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA, DE LOS DESECHOS Y DEL TRANSPORTE**

La prestación de asistencia para mejorar las infraestructuras nacionales de seguridad radiológica, de los desechos y del transporte siguió siendo una cuestión prioritaria para el Organismo en 2001. Se enviaron misiones de examen por homólogos de la infraestructura de reglamentación de la seguridad radiológica a Filipinas, el Níger, Tailandia y Venezuela. Sobre la base de una evaluación de su proyecto modelo interregional sobre el mejoramiento de la infraestructura de protección radiológica, que quedó terminado entre 1995 y 2000 en 52 Estados, el Organismo concluyó que, pese a los progresos alcanzados en muchos países, la situación en otros muchos países seguía siendo insatisfactoria. La elaboración de infraestructuras legislativas y reglamentarias todavía reclamará años de esfuerzos nacionales en muchos Estados, y un compromiso permanente de los gobiernos, para dar cumplimiento a las Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación (NBS). Para alcanzar este objetivo, la plena aplicación de los planes de trabajo nacionales acordados por los gobiernos pertinentes es un requisito indispensable. En 2001 se comenzaron dos nuevos proyectos modelo para que unos 30 Estados más perfeccionaran sus infraestructuras de protección radiológica con la asistencia del Organismo. Se espera que, con el establecimiento de un sistema nacional de notificación, autorización, inspección y ejecución para el control de las fuentes y materiales de radiación, los proyectos modelo regionales contribuirán a acrecentar la protección y seguridad del público. Se espera además que la ejecución atinada de estos proyectos eleve el grado de cumplimiento por los Estados de los requisitos principales de las NBS y, en consecuencia, contribuya a un enfoque basado en la seguridad para la aplicación de las tecnologías nucleares. ■

elaboración y aplicación de un sistema universal de rotulado de las fuentes de radiación para que las personas puedan conocer de inmediato los posibles peligros. Aunque existe preocupación con respecto a posibles actos dolosos en relación con las fuentes huérfanas, los efectos para la salud pública debidos a la exposición accidental son una preocupación igualmente importante. Ello quedó demostrado al final de 2001 cuando dos potentes fuentes radiactivas se encontraron sin blindaje en una zona apartada de la República de Georgia. El incidente de Georgia también sirve para demostrar el problema de mayor envergadura de las fuentes huérfanas, que merece pronta atención.

#### *Transporte seguro de materiales radiactivos*

A pesar del destacado historial de seguridad de quienes transportan materiales radiactivos, muchos Estados y grupos regionales, en particular los pequeños Estados en desarrollo insulares, han expresado inquietud por las repercusiones, en las personas, la economía y el medio ambiente, de un posible accidente durante el transporte marítimo de estos materiales. La Conferencia General de 2001 aprobó una resolución que exhortó a adoptar varias medidas, e incluso instó a los Estados remitentes de materiales radiactivos y combustible gastado a que dieran garantías, según correspondiera, a los Estados potencialmente afectados de que sus reglamentos nacionales estaban en consonancia con el Reglamento de Transporte del Organismo. También instó a examinar y seguir mejorando las medidas y los reglamentos internacionales relacionados con el transporte marítimo internacional de materiales radiactivos, incluido el combustible gastado. La resolución acogió con satisfacción la práctica que siguen algunos Estados remitentes y operadores de celebrar consultas oportunas con los Estados costeros del caso con anticipación a las expediciones, e invitó a los demás a que hicieran lo mismo. Reconociendo que la aplicación e interpretación uniformes son un importante requisito previo para el régimen internacional de reglamentación de la seguridad del transporte, la resolución también toma nota de que durante 2001 las organizaciones internacionales pertinentes incorporaron en sus respectivos documentos reglamentarios los requisitos del Reglamento de Transporte del Organismo. Estos reglamentos para las distintas modalidades de transporte (aéreo, marítimo y terrestre) entraron todos en vigor a escala nacional a más tardar el 1 de enero de 2002.

#### *Protección radiológica de los pacientes*

Las prácticas médicas que utilizan radiación ionizante responden en el 95% de los casos de exposición de personas a fuentes artificiales de radiación. Continúan ocurriendo accidentes durante el tratamiento médico con radiaciones, frecuentemente con graves consecuencias. La creciente importancia de la cuestión de la protección radiológica de los pacientes, entre otras cosas, se manifiesta en el hecho de que durante 2001 cuatro publicaciones importantes de la CIPR fueron dedicadas a diversos aspectos de la protección radiológica en la medicina. Durante el año el Organismo investigó exposiciones accidentales de pacientes de radioterapia en Panamá y Polonia, donde, debido a errores humanos en la entrada de datos de los planes de tratamiento y a un fallo eléctrico, varios pacientes fueron tratados con dosis hasta 100% superiores a las prescritas. Para poner de relieve esta preocupación, el Organismo, junto con la Comisión Europea, la OPS y la OMS, organizó una conferencia en Málaga (España) sobre la protección radiológica de los pacientes en la radiológica diagnóstica e intervencional, la medicina nuclear y la radioterapia.

## **VERIFICACIÓN**

#### *Fortalecimiento del sistema de salvaguardias*

Desde principios del decenio de 1990, el Organismo ha estado participando en el fortalecimiento de su sistema de salvaguardias, teniendo presente la importancia de lograr la aplicación universal del sistema de salvaguardias del Organismo, en consonancia con los respectivos compromisos de salva-

guardias de los Estados Miembros. En 2001 este esfuerzo adoptó varias formas. Se concluyeron protocolos adicionales, las evaluaciones amplias a nivel nacional se convirtieron en una característica más importante del sistema y las mejoras tecnológicas tuvieron repercusiones positivas en la aplicación de las medidas de salvaguardias (Recuadro 6)

El modelo de Protocolo adicional, aprobado por la Junta de Gobernadores en mayo de 1997, es el instrumento clave para fortalecer el sistema de salvaguardias. Con la concertación de un protocolo adicional el Estado se compromete a proporcionar una amplia gama de información acerca de todos los aspectos de sus actividades del ciclo del combustible nuclear y relacionadas con el ámbito nuclear, y otorgar más derechos de acceso a los inspectores del Organismo. Ello permite al Organismo proporcionar garantías fidedignas no sólo respecto de la no desviación de materiales nucleares declarados, sino de la ausencia de materiales y actividades nucleares no declarados. Durante el año aumentó de 57 a 61 el número de Estados en relación con los cuales se concertaron protocolos adicionales, y aumentó de 18 a 24 el número de protocolos adicionales en vigor (y uno más se aplicó provisionalmente). Sin embargo, los progresos son lentos. Con respecto a los acuerdos de salvaguardias amplias, en 2001 se mantuvo en 52 (54 al final de 2000) el número de Estados Partes en el Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares (TNP) que cumplieron su obligación jurídica de poner en vigor el acuerdo de salvaguardias relacionado con el TNP estipulado.

#### RECUADRO 6. **DESAFÍOS EN MATERIA DE SALVAGUARDIAS Y SEGURIDAD DE LOS MATERIALES NUCLEARES**

El noveno simposio de salvaguardias del Organismo, "Salvaguardias internacionales: Verificación y seguridad de los materiales nucleares", fue celebrado en Viena en octubre y noviembre de 2001. Los temas tratados abarcaron toda la gama actual de intereses de seguridad nuclear, como la no proliferación y el desarme nucleares, la protección física de los materiales nucleares, el tráfico ilícito y las futuras funciones de verificación del Organismo.

El simposio abordó los retos relacionados con la proliferación y las oportunidades para efectuar más progresos en las salvaguardias y la seguridad de los materiales nucleares. Entre los retos figuraron: aplicación y universalización de los protocolos adicionales; pronta aplicación de las salvaguardias integradas; y búsqueda de medios para atender a las demandas legítimas de la comunidad internacional para asegurar una protección física adecuada y fiable de los materiales nucleares. Las oportunidades para reforzar las salvaguardias y la seguridad de los materiales nucleares abarcaron lo siguiente: elaboración de nuevos instrumentos y capacidades; nuevos conceptos y enfoques; fomento de la función de la tecnología para hacer frente al reto que plantea la ampliación del mandato junto con la permanente imposición de restricciones financieras al presupuesto del Organismo; mayor aprovechamiento de las imágenes de satélites; y evolución de las nuevas estrategias de inspecciones aleatorias.

Los participantes en el simposio señalaron que se hacía necesario lo siguiente: un sistema de salvaguardias más sólido y mejor financiado; un número mucho mayor de Estados con acuerdos de salvaguardias amplias y protocolos adicionales en vigor; la integración de las nuevas medidas de salvaguardias con los métodos tradicionales en formas que fortalezcan todo el sistema; un aumento drástico de las actividades nacionales e internacionales para que todo el potencial de materiales de armamentos nucleares en el mundo se mantenga en lugares seguros y sea contabilizado; y una enmienda de la Convención sobre la protección física de los materiales nucleares.

En vista de los atentados del 11 de septiembre en los Estados Unidos, se organizó una reunión extraordinaria sobre la lucha contra el terrorismo nuclear en la que se examinaron las posibles amenazas que plantea el terrorismo nuclear, y se describieron a grandes rasgos las actividades que ya desarrolla el Organismo para hacer frente a esas amenazas. ■

La evaluación de la información sobre el programa nuclear de un Estado con fines de salvaguardias está pasando a formar parte integrante del proceso de deducción de conclusiones sobre las salvaguardias. La información reunida se actualiza y evalúa periódicamente. Esta evaluación resulta crítica para que el Organismo pueda deducir y mantener sus conclusiones acerca del cumplimiento del Estado de sus obligaciones de salvaguardias y no proliferación.

Los adelantos tecnológicos siempre han tenido repercusiones en la forma en que se han aplicado las salvaguardias. En 2001 se realizaron grandes progresos en relación con el aumento de la vigilancia a distancia.

#### *Salvaguardias integradas*

Las medidas contenidas en el modelo de Protocolo adicional estaban destinadas a “integrarse” con las existentes para asegurar la combinación óptima, desde el punto de vista de la eficacia y la eficiencia, de las medidas de que dispone el Organismo en el marco de los acuerdos de salvaguardias amplias y sus protocolos adicionales. En 2001 un importante logro fue la elaboración de un marco conceptual de las salvaguardias integradas, concebido para garantizar la coherencia en su aplicación en los Estados con ciclos del combustible similares, pero al mismo tiempo para dar flexibilidad de modo que en cada Estado pudiera elegirse la combinación de las medidas de salvaguardias que asegurara la máxima eficacia y eficiencia. Las salvaguardias integradas pueden aplicarse una vez que el Organismo, atendiendo a sus actividades estipuladas en el acuerdo de salvaguardias amplias y el protocolo adicional, haya extraído una conclusión positiva con respecto a la no desviación de materiales nucleares declarados y la ausencia de materiales y actividades nucleares no declarados en el Estado del caso. Por primera vez se aplicó un enfoque de salvaguardias integradas en un Estado Miembro, a saber, en Australia.

#### *Aplicación de acuerdos de salvaguardias y protocolos adicionales*

La aplicación de los protocolos adicionales fue iniciada en varios países, incluidos algunos con grandes ciclos del combustible nuclear. Se utilizaron cuantiosos recursos para aumentar las actividades de recopilación, análisis y evaluación de la información, como el examen de las declaraciones conforme a los protocolos adicionales. Se realizaron actividades de acceso complementario en virtud de los protocolos adicionales en 13 Estados y en 88 ocasiones, en la mayoría de ellas conjuntamente con inspecciones.

**Iraq.** Durante más de tres años el Organismo se ha visto imposibilitado de aplicar su mandato en el Iraq en virtud de la resolución 687 (1991) del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas y resoluciones conexas. Por consiguiente, el Organismo no puede dar garantías de que el Iraq esté cumpliendo sus obligaciones emanadas de esas resoluciones. Desde enero de 2000 el Organismo ha llevado a cabo inspecciones anuales de los materiales nucleares declarados que se mantienen sometidos a las salvaguardias en ese país, en conformidad con el acuerdo de salvaguardias del Iraq relacionado con el TNP. Estas inspecciones no sustituyen las actividades de verificación que exigen las resoluciones pertinentes del Consejo de Seguridad, ni brindan las garantías que requiere el Consejo. El Organismo sigue dispuesto a reanudar con corto preaviso sus actividades de verificación en el Iraq conforme al mandato que le confirió el Consejo de Seguridad.

**RPDC.** El Organismo continúa sin poder verificar la exhaustividad y corrección de la declaración inicial de 1992 de la RPDC y, por tanto, no puede llegar a la conclusión de que no ha habido desviación de materiales nucleares. Las actividades necesarias para verificar que todos los materiales nucleares sometidos a salvaguardias en la RPDC han sido declarados y sometidos a salvaguardias podrían demorar tres a cuatro años, con la plena cooperación de la RPDC.

### *Seguridad nuclear*

En la semana inmediatamente posterior a los trágicos sucesos del 11 de septiembre de 2001, la Conferencia General del Organismo aprobó una resolución que pidió al Director General que iniciara un examen exhaustivo de las actividades y los programas del Organismo relacionados con la prevención de actos de terrorismo en que intervinieran materiales nucleares y otros materiales radiactivos. La respuesta de la Secretaría ha sido inmediata, adoptando medidas concretas para ampliar el alcance y extensión de muchos de sus servicios asociados con la seguridad.

El Organismo ha estado enfrascado en una diversidad de actividades relacionadas con la prevención de actos de terrorismo nuclear, incluidos programas para promover la seguridad física de las instalaciones nucleares y los materiales nucleares y otros materiales radiactivos, ayudar a prevenir el tráfico ilícito de estos materiales y responder a este tipo de acciones, y fortalecer los sistemas de respuesta a emergencias del Organismo y los Estados Miembros, y aumentar la seguridad tecnológica y física de las instalaciones nucleares. En estas esferas de actividad, el Organismo elaboró normas y directrices, promovió la cooperación internacional, y proporcionó asesoramiento especializado, capacitación y equipo. También prestó una creciente diversidad de servicios de asesoramiento a los Estados para proteger mejor los materiales nucleares y otros materiales radiactivos contra el robo; así como las instalaciones nucleares contra el sabotaje, y gestionar y someter finalmente a disposición final las fuentes radiactivas en condiciones de seguridad.

Por conducto de un proyecto regional de cooperación técnica en curso en Europa, el Organismo ha dedicado numerosos esfuerzos a la capacitación de funcionarios de aduanas, guardafronteras y agentes de policía en técnicas de detección, uso de equipo y mecanismos de respuesta para combatir el tráfico ilícito de materiales nucleares y otros materiales radiactivos.

En mayo el Organismo celebró en Estocolmo la primera conferencia internacional sobre la seguridad de los materiales nucleares. La conferencia concluyó que era justificada la adopción de un enfoque amplio respecto de la seguridad de los materiales, considerando tanto los riesgos de proliferación nuclear como los posibles efectos radiológicos y sanitarios. La conferencia alentó a los Estados a pasar a ser partes en la Convención sobre la protección física de los materiales nucleares. También destacó el papel del Organismo en las actividades de apoyo a las medidas nacionales mediante la elaboración de normas y guías, así como la coordinación del desarrollo técnico y la asistencia prestada a los Estados en la aplicación de las medidas de seguridad.

En noviembre el Organismo elaboró un informe en que se destacaron los planes para ampliar y reforzar los programas de seguridad nuclear. También analizó su respuesta a las amenazas de actos de terrorismo nuclear y puso de relieve la necesidad de contar con recursos suplementarios para hacer frente a esta nueva amenaza (Recuadro 7).

En mayo terminó sus trabajos la reunión oficiosa de expertos de composición abierta, convocada por primera vez en noviembre de 1999 para examinar si era necesario revisar la Convención sobre la protección física. En respuesta a las recomendaciones de los expertos, el Director General convocó en diciembre un grupo de expertos jurídicos y técnicos para que preparara un proyecto de enmienda bien deiinido de la Convención.

## **DIVULGACIÓN**

De conformidad con una nueva política encaminada a informar a los grupos de interés actuales y nuevos, y lograr su compromiso, el Organismo amplió sus actividades de divulgación. Por ejemplo, se invitó a muchas más organizaciones no gubernamentales (ONG) a participar en el Foro Científico celebrado en el marco de la Conferencia General del Organismo de 2001, y se mantuvieron contactos

más sistemáticos con estas ONG y con otros sectores de la sociedad civil. Además, prosiguieron los esfuerzos destinados a optimizar las sinergias con otras organizaciones internacionales. Un ejemplo notable fueron los Arreglos revisados entre la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Agricultura y la Alimentación, concertados en diciembre de 2001.

La labor del Organismo se hizo mucho más visible durante el año. Ello obedeció en parte a la difusión por la CNN durante el segundo semestre del año de anuncios de servicio público en que se describieron las actividades del Organismo y sus principales sectores de actividad. Además, en respuesta al interés del público en los asuntos nucleares después de los atentados del 11 de septiembre a los Estados Unidos, el Organismo llevó a cabo una campaña de información al público y los medios de comunicación con respecto a la lucha contra el terrorismo nuclear. Tras la conclusión de estas actividades, el sitio web *WorldAtom* del Organismo fue reconfigurado.

## GESTIÓN

En los últimos cuatro años el Organismo ha efectuado un amplio examen de su estructura y operaciones de gestión. En este proceso ha revestido particular importancia la introducción de la “progra-

### RECUADRO 7: AUMENTO DE LA PROTECCIÓN CONTRA EL TERRORISMO NUCLEAR

En su resolución 1373 (2001) de 28 de septiembre de 2001, el Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas observó con preocupación la conexión estrecha entre el terrorismo internacional y la circulación ilícita de materiales nucleares y, a este respecto, puso de relieve la necesidad de promover la coordinación de las iniciativas en los planos nacional, subregional, regional e internacional, para reforzar la respuesta mundial a este reto y amenaza graves a la seguridad internacional. El Consejo exhortó también a todos los Estados, entre otras cosas, a encontrar medios para intensificar y agilizar el intercambio de información operacional, especialmente en relación con la amenaza representada por la posesión de armas de destrucción en masa por parte de grupos terroristas, y a adherirse tan pronto como fuese posible a los convenios y protocolos internacionales pertinentes relativos al terrorismo.

En el mismo sentido, la Conferencia General del Organismo aprobó una resolución el 21 de septiembre de 2001, en la que observó la importancia de la protección física para prevenir la extracción no autorizada de materiales nucleares y el sabotaje de instalaciones nucleares por parte de personas o grupos. La Conferencia pidió al Organismo que examinara detenidamente sus programas con vistas a prevenir los actos de terrorismo relacionados con materiales nucleares y otros materiales radiactivos y a que presentara un informe a la Junta de Gobernadores lo antes posible. En respuesta a esta petición, el Director General elaboró un informe inicial sobre la protección contra el terrorismo nuclear, en el que se reseñan los planes destinados a ampliar y fortalecer considerablemente los programas del Organismo en materia de: protección física de los materiales e instalaciones nucleares; detección de actividades dolosas (como tráfico ilícito) en que intervienen materiales nucleares y otros materiales radiactivos; fortalecimiento de los sistemas nacionales de contabilidad y control de materiales nucleares; seguridad de materiales radiactivos distintos de los materiales nucleares; mejora de la seguridad de las instalaciones nucleares; respuesta a actos dolosos o amenazas de estos actos; adhesión a acuerdos y directrices internacionales; y mejora de la coordinación del programa y la gestión de la información con respecto a asuntos vinculados a la seguridad. En el informe se destacó que las actividades propuestas no sustitúan las medidas nacionales, ni tampoco podían disminuir la responsabilidad primordial del Estado en relación con todos los asuntos de seguridad. Más bien estaban destinadas a ayudar a los Estados Miembros en las actividades en que la cooperación internacional es indispensable para reforzar la seguridad nuclear. ■

mación y presupuestación basadas en los resultados”, lo que entraña la formulación de programas y presupuestos basados en una serie de resultados deseados que se articulan al principio del proceso, y en relación con los cuales se evalúa el comportamiento real al final del ciclo del programa y presupuesto. Esto se ha visto aparejado por un cambio propuesto hacia la programación y presupuestación *bienal* completa. A este respecto, 2001 fue un año de transición para el Organismo, que se distinguió por la incorporación de los componentes iniciales del enfoque basado en los resultados del programa y presupuesto del Organismo. Como consecuencia de este año de transición, el ciclo fiscal del Organismo actualmente está sincronizado con los de otras organizaciones de las Naciones Unidas.

Como se indica en la Estrategia de mediano plazo, las actividades del Organismo de 2001 se integraron en los tres amplios "pilares" de la tecnología, la seguridad y la verificación, y se distribuyeron entre seis programas principales (que aumentaron a siete a partir de 2002). A menudo los objetivos que se han de lograr con estas actividades se interrelacionan en las estructuras de los programas y la organización. La "gestión por matrices" es el mecanismo óptimo para planificar y realizar actividades que exigen la aplicación de distintas esferas de conocimientos y enfoques multidisciplinarios. A medida que se determinen más esferas interdisciplinarias, será preciso definir con claridad las funciones y responsabilidades del personal afectado y establecer los procedimientos para supervisar la ejecución de las actividades y la notificación periódica. En 2001 se están ejecutando actividades encaminadas a establecer los mecanismos y procedimientos necesarios para una gestión por matrices efectiva y eficaz

El proceso de reforma se ha caracterizado por una reestructuración considerable en la Secretaría, y por la introducción de un enfoque institucional unitario con el fin de mejorar la coordinación, la eficiencia y la ejecución del programa. Por ejemplo, se crearon nuevas oficinas para la coordinación de políticas y el apoyo al programa. Además, se estableció una nueva Oficina de Servicios de Supervisión Interna para consolidar y racionalizar en una entidad la evaluación, los servicios de gestión, la auditoría interna y la investigación. Asimismo, se estableció una nueva División de TI y un Comité de TI para mejorar el "centro de atención del cliente" y racionalizar la estructura de la tecnología de información (TI).

La preparación del primer documento del programa y presupuesto bienal completo del Organismo, que abarca el período 2002-2003, entrañó consultas mucho más amplias y anticipadas con los Estados Miembros para determinar sus necesidades desde el principio y obtener sus opiniones respecto del contenido del programa. Esto se tradujo en una estructura del programa revisada y más centrada en determinadas cuestiones.

Aunque las propuestas presupuestarias para 2002-2003 abarcan los dos años del bienio, la Secretaría sólo pudo presentar una resolución sobre el presupuesto de 2002. Ello se debió a que la enmienda del Estatuto del Organismo para permitir el cambio hacia la presupuestación bienal sólo puede tener efecto después que el número requerido de Estados Miembros la haya aceptado oficialmente. Al final de 2001, sólo 26 Estados habían depositado sus instrumentos de aceptación, cifra muy inferior al porcentaje de dos tercios de los Estados Miembros, que se exige.

Durante el primer semestre del año se celebraron amplias consultas en respuesta a la necesidad de aumentar la financiación para los programas de cooperación técnica y salvaguardias a la que se sumó un aumento obligatorio del costo de vida en Viena. Tras intensos debates, se logró un consenso con respecto a la financiación del presupuesto de 2002.

## CONCLUSIÓN

Los usos de la energía nuclear con fines pacíficos seguirán siendo un importante factor del desarrollo económico y de los esfuerzos por mejorar el bienestar de los seres humanos. En este sentido, el logro

de una capacidad en ciencia y tecnología nucleares suele ser una ventaja por derecho propio, que contribuye al desarrollo tecnológico más generalizado. El mundo se enfrenta actualmente a muchos retos, incluido el conocimiento del cambio climático y la lucha contra este fenómeno, la conservación del medio ambiente, la alimentación y protección de la creciente población del mundo, y el suministro de agua y energía necesario para el crecimiento y desarrollo económico sostenible. Para responder a estos retos se requieren esfuerzos concertados y cooperativos de los Estados Miembros, las organizaciones internacionales y la sociedad civil. También se requiere flexibilidad, es decir, la capacidad para adaptarse a las nuevas circunstancias y lograr los objetivos comunes.

En 2001 el Organismo siguió participando activamente en las actividades destinadas a fomentar la cooperación internacional en relación con los usos de la energía nuclear con fines pacíficos, y en la transferencia de estas tecnologías a los países en desarrollo, aunque para que las tecnologías sigan siendo viables se precisan inversiones adecuadas e innovaciones constantes. El Organismo sigue insistiendo en el establecimiento de un régimen de seguridad nuclear amplio y eficaz, y recalcando a la vez que tal régimen de seguridad sólo será eficaz si los Estados se adhieren a él e invierten recursos en su infraestructura necesaria. Aunque ha estado estableciendo las bases de un sistema de verificación desarrollado, tal sistema debe ser respetado y, sobre todo, estar respaldado por las demás partes en el régimen de no proliferación. Para que la Secretaría y los Estados Miembros del Organismo puedan avanzar en todos estos frentes, se hace indispensable una activa asociación. El Organismo está comprometido en la tarea de reforzar esta asociación.





[Crédito: Dean Calma, IAEA]

Vista de la sesión plenaria celebrada durante la cuadragésima quinta reunión ordinaria de la Conferencia General, que tuvo lugar en el Austria Center de Viena del 17 al 21 de septiembre de 2001.



[Crédito: Dean Calma, IAEA]

En homenaje a las víctimas de los trágicos sucesos del 11 de septiembre de 2001 en los Estados Unidos, el Coro de los Niños Cantores de Viena ofreció una representación en la apertura de la Conferencia General el 17 de septiembre.

## LA JUNTA DE GOBERNADORES Y LA CONFERENCIA GENERAL

La Junta de Gobernadores supervisa las actividades en marcha del Organismo. Como parte de sus funciones, la Junta examina las Cuentas y el Programa y Presupuesto del Organismo, así como las solicitudes de ingreso de los Estados, y formula al respecto recomendaciones a la Conferencia General; también aprueba los acuerdos de salvaguardias y la publicación de las normas de seguridad del Organismo. La Junta de Gobernadores se compone de 35 Estados Miembros y generalmente se reúne cinco veces al año (véase el cuadro 1).

La Conferencia General está integrada por todos los Estados Miembros del Organismo y se reúne una vez al año. La Conferencia General examina el informe de la Junta de Gobernadores sobre las actividades del Organismo durante el año anterior, aprueba las Cuentas y el Presupuesto del Organismo; aprueba las solicitudes de ingreso de los Estados; y elige los miembros de la Junta de Gobernadores. Asimismo, celebra amplios debates generales sobre las políticas y el programa del Organismo y aprueba resoluciones que rigen las prioridades de las actividades del Organismo, (véase en el cuadro 2 la lista completa de las resoluciones aprobadas en 2001).

---

Por recomendación de la Junta de Gobernadores, la Conferencia General aprobó las solicitudes de ingreso de la República Federativa de Yugoslavia y de la República de Botswana. A finales de 2001 la solicitud de la República Federativa de Yugoslavia aún no había surtido efecto y el Organismo tenía un total de 133 Estados Miembros.

La Junta de Gobernadores decidió nombrar al Sr. Mohamed ElBaradei como Director General del Organismo, por aclamación, para un nuevo período de cuatro años, hasta el 30 de noviembre de 2005. Su nombramiento fue aprobado por la Conferencia General de conformidad con el párrafo A del artículo VII del Estatuto.

La Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos entró en vigor el 18 de junio de 2001, al haber depositado sus instrumentos de ratificación el número de Estados requerido. En diciembre de 2001 se celebró una reunión con el objeto de realizar los preparativos de la primera Reunión de examen de las Partes Contratantes, que debe llevarse a cabo en 2003.

La Conferencia General nombró nuevamente al Contralor y Auditor General del Reino Unido como Auditor Externo para auditar las Cuentas del Organismo para los años 2002 y 2003.

La Conferencia General tomó nota de un informe de la Secretaría, elaborado con arreglo a la resolución GC(43)/RES/19 de la Conferencia General, sobre los progresos alcanzados en relación con la entrada en vigor de la enmienda del artículo VI del Estatuto (sobre el tamaño y la distribución de los puestos en la Junta de Gobernadores, en virtud de lo cual se amplió la composición de la Junta,

---

**Nota:** En el presente capítulo se comunican las cuestiones de procedimiento tratadas por la Junta de Gobernadores y la Conferencia General durante el año. Las cuestiones programáticas sustantivas que examinaron los Órganos Rectores figuran en los capítulos pertinentes de este informe.

pasando de 35 a 43 puestos). El informe señalaba que al 16 de julio de 2001, el Director General había sido informado por el Gobierno depositario de que 26 Estados Miembros habían aceptado la enmienda, de conformidad con sus respectivos procesos constitucionales. Según las disposiciones del Estatuto, para que una enmienda entre en vigor se requiere la aceptación de dos tercios del total de los miembros. (Véase la situación al 31 de diciembre de 2001 en el Cuadro A22 del Anexo.)

Durante la Conferencia General el Presidente de la misma hizo la siguiente declaración sobre el terrorismo:

“Con motivo de los actos de terrorismo que tuvieron lugar el 11 de septiembre de 2001 en Nueva York, Washington, D.C. y Pensilvania, durante la Conferencia se transmitieron numerosas expresiones de condolencia a las víctimas y sus familias, así como al Gobierno de los Estados Unidos de América. Los delegados condenaron en términos inequívocos estos actos de terrorismo. En respuesta a la RES/56/1 (2001) de la Asamblea General de las Naciones Unidas y la RES/1368 (2001) del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas, se corroboró la urgente necesidad de cooperar para someter a la acción de la justicia a los autores, organizadores y patrocinadores de estos ataques terroristas y de hacer rendir cuenta de sus hechos a los responsables de ayudar, apoyar o dar asilo a los autores, organizadores y patrocinadores de estos actos. Por lo que respecta, en particular, al mandato del Organismo, la Conferencia expresó su preocupación en cuanto al posible impacto del terrorismo en la seguridad de los materiales nucleares y otros materiales radiactivos. A este respecto, la Conferencia pidió al Director General que examinara minuciosamente las actividades y programas del Organismo con miras a

**CUADRO I. LA JUNTA DE GOBERNADORES, 2001-2002**

<b>Presidente de la Junta:</b>	Excmo. Sr. Max Hughes Embajador	Australia
<b>Vicepresidentes:</b>	Excmo. Sr. Sameh Hassan Shoukry Selim Embajador	Egipto
	Sr. Vadym V. Gryshchenko Jefe de la Comisión Nacional de Regulación Nuclear	Ucrania

**Al término de la cuadragésima quinta reunión ordinaria de la Conferencia General (2001), la composición de la Junta de Gobernadores era la siguiente:**

- Alemania
- Argentina
- Australia
- Brasil
- Bulgaria
- Burkina Faso
- Canadá
- Chile
- China
- Colombia
- Egipto
- España
- Estados Unidos de América
- Federación de Rusia
- Filipinas
- Finlandia
- Francia
- Ghana
- India
- Irán, República Islámica del
- Irlanda
- Jamahiriya Árabe Libia
- Japón
- Kuwait
- Marruecos
- México
- Pakistán
- Perú
- Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte
- Rumania
- Sudáfrica
- Suiza
- Tailandia
- Turquía
- Ucrania

fortalecer la labor del Organismo relacionada con la prevención de actos de terrorismo en los que se utilicen materiales nucleares y otros materiales radiactivos. La Conferencia instó además a todos los Estados Miembros a cooperar plenamente con el Director General y a apoyar los esfuerzos del Organismo en este sentido.”

En diciembre la Junta examinó la respuesta dada inicialmente por el Director General a la declaración y a la petición formulada por la Conferencia General en la resolución GC(45)/RES/14B.

**CUADRO 2. RESOLUCIONES APROBADAS POR LA CONFERENCIA GENERAL DURANTE SU CUADRAGÉSIMA QUINTA REUNIÓN ORDINARIA (17 A 21 DE SEPTIEMBRE DE 2001)**

Título	Número
● Solicitudes de ingreso como Estados Miembros del Organismo	
— Solicitud de admisión como Estado Miembro del Organismo presentada por la República Federativa de Yugoslavia	GC(45)/RES/1
— Solicitud de admisión como Estado Miembro del Organismo presentada por la República de Botswana	GC(45)/RES/2
● Aprobación del nombramiento del Director General	GC(45)/RES/3
● Cuentas del Organismo para 2000	GC(45)/RES/4
— Consignaciones de créditos para el Presupuesto Ordinario de 2002	GC(45)/RES/5
— Asignaciones para el Fondo de Cooperación Técnica en 2002	GC(45)/RES/6
— Fondo de Operaciones en 2002	GC(45)/RES/7
● Escala de cuotas de los Estados Miembros para el Presupuesto Ordinario	GC(45)/RES/8
● Normas para la aceptación de las contribuciones voluntarias en efectivo ofrecidas al Organismo	GC(45)/RES/9
● Medidas para fortalecer la cooperación internacional en materia de seguridad nuclear, radiológica, del transporte y de los desechos	GC(45)/RES/10
● Fortalecimiento de las actividades de cooperación técnica del Organismo	GC(45)/RES/11
● Fortalecimiento de las actividades del Organismo relacionadas con las ciencias, tecnología y aplicaciones nucleares	GC(45)/RES/12
● Fortalecimiento de la eficacia y aumento de la eficiencia del sistema de salvaguardias y aplicación del modelo de Protocolo adicional	GC(45)/RES/13
● Medidas para mejorar la seguridad de los materiales nucleares y otros materiales radiactivos	GC(45)/RES/14
● Aplicación del Acuerdo entre el Organismo y la República Popular Democrática de Corea para la aplicación de salvaguardias en relación con el Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares	GC(45)/RES/16
● Cumplimiento de las resoluciones del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas relativas al Iraq	GC(45)/RES/17
● Aplicación de las salvaguardias del OIEA en el Oriente Medio	GC(45)/RES/18
● Personal	GC(45)/RES/15
● Examen de las credenciales de los delegados	GC(45)/RES/19



# **Programa del Organismo para 2001: Tecnología**

# ENERGÍA NUCLEOELÉCTRICA

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Ayudar a los Estados Miembros, cuando lo soliciten, en la planificación y ejecución de los programas relacionados con la utilización de la energía nucleoelectrica, así como apoyar sus esfuerzos por lograr una mayor seguridad, fiabilidad y rentabilidad económica de sus centrales nucleares, mediante la promoción de la ingeniería y tecnología avanzadas, la capacitación, la garantía de calidad y la modernización de las infraestructuras.



## CUESTIONES CLAVE Y ASPECTOS MÁS DESTACADOS

- Se editaron publicaciones sobre normas de garantía de calidad, gestión de riesgos, gestión de los cambios en las compañías nucleoelectricas, indicadores de rendimiento económico, capacitación de personal y evaluación de contratistas externos.
- Se puso a disposición de los Estados Miembros versiones actualizadas de las bases de datos del Organismo y del Sistema de Información sobre Reactores de Potencia (PRIS). Además, se añadió un tercer módulo sobre generadores de vapor a la base de datos del Organismo sobre gestión de la vida útil de las centrales nucleares.
- En El Cairo se celebró un importante seminario internacional para examinar los diseños de reactores innovadores de pequeña y mediana potencia (RPMP).
- Se finalizaron los PCI sobre las características sísmicas y los códigos termohidráulicos de los reactores refrigerados por metales, y se inició un nuevo PCI sobre la economía de proyectos seleccionados de desalación nuclear.
- Concluyó el primer año completo del proyecto internacional extrapresupuestario sobre ciclos del combustible y reactores nucleares innovadores (INPRO).

## PLANIFICACIÓN, EJECUCIÓN Y COMPORTAMIENTO DE LA ENERGÍA NUCLEOELÉCTRICA

Según las proyecciones, la demanda mundial de electricidad aumentará a más del triple en los próximos 50 años. En la Figura 1 se indica el aumento del factor de disponibilidad de energía mundial en el último decenio. La disponibilidad de cada una de las centrales aumentó en muchos casos unos 30 puntos porcentuales. De 1990 a 2000, la disponibilidad de energía mundial aumentó del 73% a más del 82%, el equivalente de añadir una nueva capacidad de producción de 28 GW(e). Los datos correspondientes a 2001 indican que, una vez más, se alcanzó un nivel sin precedentes. Actualmente, los factores de disponibilidad de energía en las centrales nucleares de mejor rendimiento están muy por encima de la media del 82% correspondiente a 2000. No obstante, en el caso de la mayoría de las centrales nucleares del mundo aún se podrían realizar muchas mejoras.

El Organismo presta asistencia a los Estados Miembros en la planificación y ejecución de proyectos de energía nucleoelectrica y en la gestión del comportamiento y la vida útil de las centrales nucleares. El Organismo utilizó 'Internet Virtual Office' para facilitar la colaboración y difusión de información a los expertos de los Estados Miembros participantes en los proyectos.

El personal por contrata presta muchos servicios esenciales a las compañías nucleoelectricas y las distintas centrales nucleares durante las paradas planificadas, para recarga de combustible, para proyectos importantes de mejoramiento, para el mantenimiento especializado y para servicios no nucleares ordinarios tales como los de seguridad, apoyo administrativo, gestión de la instalación, mantenimiento de edificios y servicios de abastecimiento de comidas. Una cuestión sumamente importante con respecto al personal por contrata es la determinación, de modo eficaz en función de los costos, de sus competencias y cualificaciones para el desempeño de las tareas que se le asignase. El documento técnico titulado *Assuring the Competence of Nuclear Power Plant Contractor Personnel* (IAEA-TECDOC-1232), ayuda al personal directivo de las compañías de electricidad y las

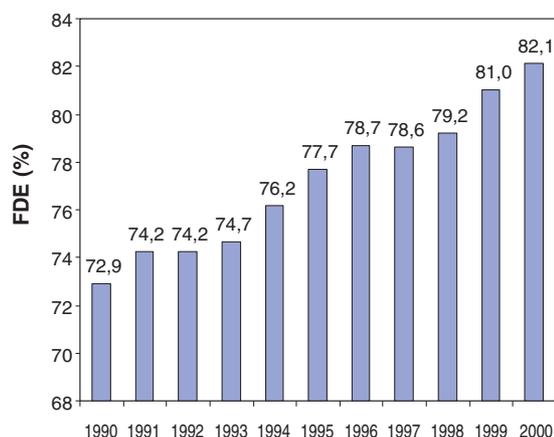


FIG. 1. Factor de disponibilidad de energía (FDE) medio mundial.

centrales nucleares, así como de otras organizaciones pertinentes, a determinar la competencia técnica y profesional requerida del personal por contrata, e incluye instrumentos específicos para la evaluación de los contratistas.

Se finalizó un informe técnico en que se comparan las normas de calidad ISO-9901:2000 y los códigos de seguridad del Organismo 50-C/SG-Q. Preparado en respuesta a numerosas solicitudes y al gran interés existente en los Estados Miembros, esta publicación es una continuación del documento *Quality Assurance Standards: Comparison between IAEA 50-C/SG-Q and ISO-9001:1994*, que fue elaborado conjuntamente con el FORATOM en 2001. Ambas publicaciones prestan asistencia a los Estados Miembros en la elaboración de políticas y programas de garantía de calidad y se consideran especialmente útiles para la interfaz compañía eléctrica/suministrador en la industria nuclear. La actual norma de calidad ISO-9001:1994 está en vigor hasta diciembre de 2003, cuando será reemplazada por la norma revisada ISO-9001:2000 que se publicó en diciembre de 2000.

En el campo de la gestión integrada de las operaciones de las centrales nucleares, una nueva publicación — *Risk Management: A Tool for Improving Nuclear Power Plant Performance* (IAEA-TECDOC-1209) — ayuda a los explotadores a determinar y aplicar medidas apropiadas para mantener su competitividad. Esta publicación proporciona una estructura para la gestión de riesgos, así como ejemplos del modo en que las organizaciones explotadoras están utilizando

este instrumento para ayudar a integrar la evaluación de los riesgos relacionados con la seguridad y los riesgos operacionales y económicos en un entorno en evolución.

En el documento *Managing Change in Nuclear Utilities* (IAEA-TECDOC-1226) se analiza la experiencia de los Estados Miembros en la adaptación de la producción de energía nucleoelectrónica a la evolución de los mercados y los entornos económicos y de reglamentación, y se determinan los factores importantes para mantener una conciencia eficaz de la seguridad y una cultura de gestión de mejoras continuas en medio del cambio. Con una gestión adecuada, los cambios pueden aumentar la seguridad nuclear, la fiabilidad de las centrales, y la competitividad de los costos, desde la etapa de diseño hasta la clausura. El documento proporciona orientación para el personal directivo de todos los niveles que participa en la formulación y puesta en práctica de cambios dentro de sus esferas de responsabilidad.

La utilización de recursos puede optimizarse minimizando los costos de operaciones y mantenimiento. Una nueva publicación titulada *Developing an Economic Performance International System to Enhance Nuclear Power Plant Competitiveness* (Colección de Informes Técnicos Núm. 406) proporciona orientación sobre este tema, utilizando información de la base de datos NEPIS del Organismo (Sistema de información sobre el comportamiento económico en la esfera nuclear), que contiene datos de los costos facilitados por las compañías eléctricas de 15 países. Los objetivos de comportamiento y los costos de operaciones y mantenimiento se correlacionan también con el objetivo de determinar los principales indicadores de comportamiento económico.

En el pasado, los programas de capacitación y desarrollo convencionales de las centrales nucleares se han centrado en gran parte en las capacidades técnicas, particularmente las de los operadores de las salas de control. La evolución del entorno del mercado en que funcionan dichas centrales hace nuevo énfasis en la mayor eficiencia y en la eficacia de los operadores, a la vez que mantiene altos niveles de seguridad. Un informe publicado en 2001 y titulado *A Systematic Approach to Human Performance Improvement in Nuclear Power Plants: Training Solu-*

*tions* (IAEA-TECDOC-1204), proporciona orientación sobre la capacitación del personal de centrales nucleares en aptitudes no técnicas. Asimismo, presenta un enfoque integrado que incorpora la capacitación como uno de los diversos enfoques coordinados para lograr los niveles deseados de desempeño humano.

También en la esfera de la capacitación, el Organismo apoyó una iniciativa sobre cooperación entre centros de capacitación nuclear en la región de Europa para mejorar la calidad y la eficacia en función de los costos de las actividades de capacitación en los Estados Miembros de esta región. En abril, el centro de capacitación en mantenimiento de la central nuclear de Paks dio acogida a una reunión inicial a la que asistieron representantes de 12 Estados Miembros. Entre las actividades en el marco de esta iniciativa se incluirán: la elaboración de expedientes del centro de capacitación y de una base de datos en Internet de los instrumentos de capacitación disponibles, así como el acopio y uso compartido de información sobre evaluaciones comparativas y el intercambio de personal.

Las nuevas bases de datos del Organismo puestas en circulación incluyeron una versión en CD-ROM del PRIS (Figura 2) en que se incorporan información cartográfica y la base de datos completa. Los datos del PRIS también se pusieron a disposición del público por medio de Internet (<http://www.iaea.org/programmes/nep/nep/npes/index.htm>). Los otros dos servicios PRIS para los Estados Miembros, MicroPRIS y PRIS-PC (la conexión al PRIS por Internet), se suministran actualmente a más de 700 usuarios de los Estados Miembros y organizaciones internacionales. El PRIS contiene múltiples módulos que abarcan diferentes aspectos de las centrales nucleares, incluida la experiencia operacional y las paradas, características de diseño de los reactores, aplicaciones no eléctricas y clausura. En un futuro próximo se añadirán datos sobre los proyectos de energía nucleoelectrónica demorados.

Se ha añadido un tercer módulo sobre generadores de vapor a la base de datos del Organismo sobre gestión de la vida útil de las centrales nucleares. Ese módulo facilitará la vigilancia y el análisis de la situación de los generadores de vapor en distintos países sobre la base de la

## ENERGÍA NUCLEOELÉCTRICA

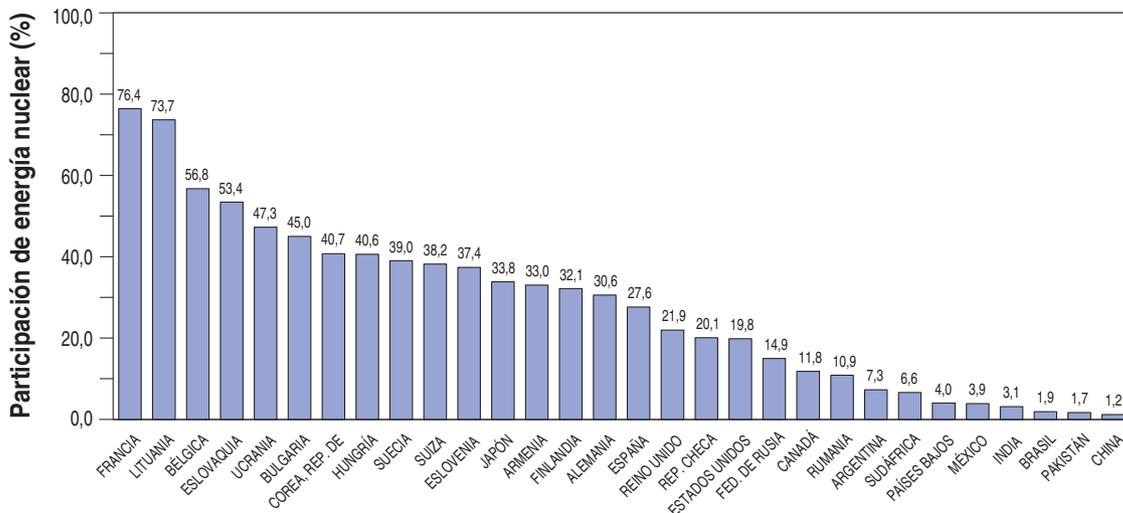


FIG. 2. Porcentaje de electricidad generada mediante energía nucleoelectrónica en 30 países en 2000 en base a datos del PRIS y la publicación Nuclear Power Estimates for the Period up to 2020, Colección Datos de Referencia Núm. 1, OIEA, Viena (2001).

información adquirida durante sus años operacionales acumulados. Esos resultados son importantes para la optimización de la vida útil de los generadores de vapor, y son de ayuda para la programación de decisiones oportunas sobre las sustituciones y reparaciones necesarias.

Se otorga alta prioridad a las solicitudes de Estados Miembros en desarrollo de misiones de cooperación técnica y esas solicitudes influyen de manera significativa en el contenido y la estructura del programa del Organismo en materia de energía núcleo-eléctrica. Además, los productos directos del programa ordinario (por ejemplo, normas, resultados de los PCI, documentos, informes y bases de datos) se utilizan para planificar, diseñar y ejecutar proyectos de cooperación técnica. Las actividades de los proyectos del programa ordinario y las de los proyectos de cooperación técnica se ejecutan, en la medida de lo posible, de manera conjunta para aprovechar las sinergias y lograr un mayor impacto en los Estados Miembros receptores. En 2001 se prestó apoyo a una serie de proyectos de cooperación técnica en esferas tales como:

- Aspectos técnicos de la gestión de la vida útil de las centrales nucleares;
- Planificación y gestión del primer/nuevo proyecto de energía nucleoelectrónica;

- Enfoques integrados para mejorar la gestión de las operaciones;
- Planificación, gestión y puesta en práctica de la clausura de centrales nucleares;
- Capacitación y cualificación del personal.

Un total de 135 personas recibieron capacitación mediante cursos de capacitación, 535 mediante talleres y reuniones técnicas, 9 mediante becas, y 19 mediante visitas científicas.

### DESARROLLO DE TECNOLOGÍA DE REACTORES NUCLEARES DE POTENCIA

Además del apoyo para los constantes mejoramientos del comportamiento en las instalaciones y proyectos de centrales nucleares actuales, el Organismo presta también apoyo para actividades de I+D sobre diseños nuevos y modificados que prometen menores costos, mejor comportamiento, un nivel más elevado de seguridad y una mayor resistencia a la proliferación (Recuadro 1).

Continúa el interés mundial en los reactores modulares de alta temperatura refrigerados por gas (HTGR), motivado por sus características prometedoras desde el punto de vista de los aspectos económicos y de seguridad. El sitio

Web del Organismo 'Knowledge Base', sobre tecnología de los HTGR, (<http://www.iaea.org/inis/aws/htgr>) continuó siendo objeto de atención mundial como fuente de información y publicaciones. En 2001 se registraron los siguientes logros:

- El reactor chino HTR-10 fue sometido a ensayos operacionales.
- El reactor HTTR japonés alcanzó 30 MW(t) de plena potencia;
- Se llevaron a cabo los estudios de diseño en el marco de la propuesta de proyecto relativa al reactor modular de lecho de bolas en Sudáfrica, con un aumento planificado de la potencia de 268 a 302 MW(t);
- En la Federación de Rusia se realizaron estudios en el marco de la propuesta de proyecto internacional relativa al diseño de un GT-MHR de quemado de plutonio;
- La red de tecnología de reactores de alta temperatura se dedicó activamente a las investigaciones coordinadas relacionadas con los HTGR en el quinto Programa Marco

de la EURATOM. En los Estados Unidos se vienen examinando los conceptos y la tecnología de los HTGR como posibles candidatos de diseños futuros para los proyectos "Plan de Desarrollo de tecnología de la generación IV" (Generation IV technology roadmap) y de la iniciativa de investigaciones de energía nuclear (Nuclear Energy Research Initiative).

Los Grupos de Trabajo Técnico del Organismo sobre tecnologías avanzadas para reactores de agua ligera (TWG-LWR) y sobre reactores de agua pesada (TWG-HWR) se centraron en los adelantos tecnológicos para mejorar la competitividad económica de los reactores refrigerados por agua, alcanzando al mismo tiempo objetivos estrictos en materia de seguridad. A este respecto, se realizaron investigaciones encaminadas a optimizar la tecnología, la seguridad y la economía de los reactores refrigerados por agua, conjuntamente con la AEN/OCDE, la Comisión Europea, organizaciones industriales y organismos gubernamentales. Una de las

**RECUADRO 1. UTILIZACIÓN DE CENTRALES MÁS PEQUEÑAS PARA UNA VARIEDAD MÁS AMPLIA DE APLICACIONES ENERGÉTICAS Y NO ENERGÉTICAS.**

Varios diseños innovadores para futuras centrales nucleares son de pequeña a mediana potencia. Estas centrales pueden construirse con estructuras y componentes fabricados en la planta, incluidas unidades modulares completas para una rápida instalación. Asimismo, se benefician de las economías de *producción en serie*, a diferencia de los diseños de mayor potencia concebidos para las economías de *escala*. Los reactores de pequeña y mediana potencia (RPMP) también podrían ser más fáciles de financiar y de interés para los países con modestas redes de electricidad o para su uso en lugares remotos. Por último, podrían ser más apropiados para aplicaciones no eléctricas tales como la calefacción urbana, la desalación, la producción de hidrógeno y la producción de petróleo a partir de arenas alquitranadas y combustibles pesados. Para investigar estos diversos usos, el Organismo organizó en mayo un seminario en El Cairo sobre la situación y perspectivas para los RPMP, en cooperación con la AEN/OCDE y la Asociación Nuclear Mundial (anteriormente Instituto del Uranio). En el seminario, que fue auspiciado por la Autoridad de Centrales Nucleares de Egipto, se examinaron conceptos de RPMP innovadores haciendo hincapié en los diseños simplificados y normalizados, los plazos de construcción reducidos, la seguridad y fiabilidad mejoradas, y la resistencia a la proliferación. Se examinaron también las aplicaciones de cogeneración de los RPMP tales como la desalación nuclear de agua de mar y el desarrollo de las infraestructuras necesarias. Las principales conclusiones del seminario fueron que en vista de que el crecimiento demográfico de los países en desarrollo aumenta considerablemente la demanda de energía y electricidad, es probable que los RPMP desempeñen un papel importante en esos países. Habría también una constante necesidad mundial de diferentes tipos y tamaños de reactores para una variedad de aplicaciones. Con todo, se consideró que la competitividad económica y la aceptación del público eran los dos factores más críticos para el crecimiento de la energía nucleoelectrónica. Hubo acuerdo en que el rápido desarrollo de los RPMP comerciales era de gran importancia dado que la mayoría de los países en desarrollo no estarían dispuestos a esperar dos o tres decenios para aumentar su potencia eléctrica. ■

conclusiones fue que para lograr las mayores reducciones posibles de los costos para las centrales nucleares, deben utilizarse plenamente medios demostrados para reducir los costos, así como elaborarse y aplicarse nuevos enfoques.

Sobre la base de sus conocimientos especializados de los diseños de reactores refrigerados por agua, el Organismo patrocina también el desarrollo de simuladores de reactores nucleares que funcionan en CP y simulan las respuestas de los tipos de reactores de mediana y gran potencia refrigerados por agua (por ejemplo, los BWR, PWR y HWR) en condiciones operacionales y de accidente. Los talleres sobre simuladores organizados por el Organismo ya se han convertido en una actividad anual en el Centro Internacional de Física Teórica (CIPT) de Trieste. Durante 2001, se desarrolló un nuevo simulador de BWR de 1 360 MW(e) del cual se hizo una demostración en el taller del CIPT. Asimismo, se pusieron a disposición versiones actualizadas de simuladores del PCTAN PWR y del WWER-1 000.

En el campo de los reactores refrigerados por metal, una esfera de preocupación son los componentes flexibles y de paredes delgadas de los reactores, que funcionan a baja presión pero que podrían verse gravemente afectados por terremotos. En respuesta a esa preocupación, el Organismo finalizó recientemente un PCI sobre la verificación de los métodos de análisis para la predicción del comportamiento de las estructuras nucleares aisladas sísmicamente, y la armonización y validación de métodos para el análisis de las relaciones y los códigos termohidráulicos de los reactores rápidos empleando datos experimentales. Otro PCI tiene la finalidad de validar, verificar y mejorar las metodologías y los códigos de computadora utilizados para el cálculo de los coeficientes de reactividad en los reactores rápidos refrigerados por metal líquido.

Los sistemas refrigerados por plomo y por plomo-bismuto ofrecen una alternativa al sodio, a condición de que se resuelvan el problema de la elevada actividad de corrosión y otros problemas de compatibilidad de los materiales de larga data. En respuesta a las solicitudes de los Estados Miembros, el Organismo ha venido realizando actividades de intercambio de información en la esfera de los refrigerantes de meta-

les líquidos pesados para reactores rápidos. Se han recopilado datos sobre los parámetros termofísicos y termohidráulicos del plomo y el eutéctico plomo-bismuto, que se han examinado y preparado para documentación, y se llevó a cabo una evaluación comparativa de las características del sodio.

En un nuevo sitio Web (<http://www.iaea.org/inis/aws/fnss>) se ofrece un panorama general de un proyecto del Organismo sobre los adelantos tecnológicos en materia de reactores rápidos y sistemas accionados por aceleradores para la transmutación de actínidos y productos de fisión de período largo. Además de la producción de energía, las razones para este proyecto emanan de las preocupaciones del público respecto del almacenamiento a largo plazo de los desechos nucleares. En algunos Estados Miembros los reactores rápidos y los sistemas accionados por aceleradores se están desarrollando como una posible respuesta a los problemas del almacenamiento a largo plazo de los desechos y los posibles riesgos de proliferación. Mediante este proyecto, el Organismo facilita el intercambio de información y la cooperación en materia de I+D, promoviendo así la posibilidad de mancomunar recursos y competencia técnica. Los principales objetivos del proyecto son establecer la viabilidad técnica y económica de los nuevos diseños de reactores rápidos avanzados, y proporcionar las bases para las actividades de desarrollo de la tecnología de sistemas híbridos en los Estados Miembros.

Dando comienzo a la segunda fase de su labor, el Grupo Asesor Internacional sobre Desalación Nuclear (INDAG) examinó las actividades recientes en esta esfera, evaluó el programa del Organismo y propuso nuevas posibles actividades para 2004-2005 con miras a acelerar el despliegue de los proyectos de desalación nuclear. La primera edición del boletín *Newsletter on INDAG*, publicado en julio, proporciona información sobre las actividades de desalación nuclear efectuadas en varios Estados Miembros, particularmente el proyecto de demostración en Kalpakkam (India).

En octubre, el Organismo Nacional de Energía Nuclear de Indonesia y el Instituto de Investigaciones de Energía Atómica de Corea llegaron a un acuerdo sobre la realización conjunta de un

estudio previo de viabilidad de una planta de desalación nuclear en Indonesia en el marco del programa interregional de cooperación técnica del Organismo. El *Commissariat à l'Energie Atomique* francés y la Autoridad tunecina llegaron a un acuerdo similar. Estos importantes acuerdos facilitan los proyectos entre los propietarios y los usuarios finales de la tecnología, conduciendo al establecimiento de sistemas integrados de desalación nuclear que generan tanto energía como calor.

Entre otros acontecimientos en el campo de la desalación nuclear figuraron:

- La publicación de un documento titulado *Safety Aspects of Nuclear Plants Coupled with Seawater Desalination Units* (IAEA-TECDOC-1235);
- El establecimiento de un sitio web con información sobre la tecnología de la desalación nuclear de agua de mar, las actividades pasadas y presentes del Organismo, las principales actividades en los Estados Miembros, cálculos de muestra con el programa informático del Organismo DEEP y publicaciones pertinentes del Organismo.
- Un informe de situación presentado a la Conferencia General en septiembre sobre las actividades del Organismo en materia de desalación nuclear. Posteriormente, en su resolución (GC(45)/RES/12), la Conferencia pidió “al Director General que tenga en cuenta la elevada prioridad que conceden los Estados Miembros a la desalación nuclear de agua de mar y al desarrollo de RPMP ... y que promueva una labor eficaz de intercambio de información y cooperación a nivel internacional en esta esfera”.

Se inició un nuevo PCI titulado “Investigación económica y evaluación de proyectos de desalación nuclear y estudios de casos seleccionados”. Conjuntamente con un PCI en curso sobre optimización del acoplamiento de reactores nucleares y sistemas de desalación, este proyecto faci-

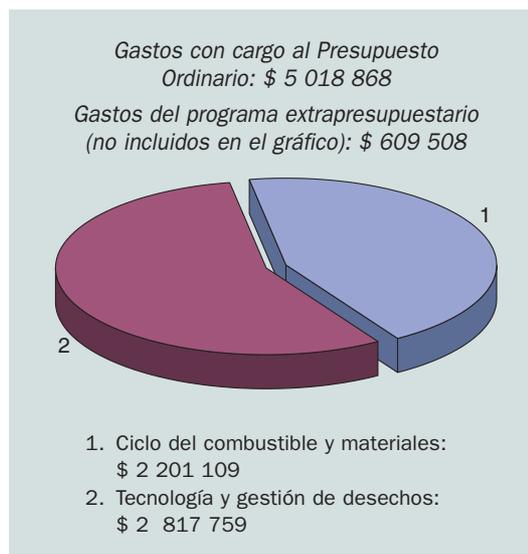
litará la coordinación de los estudios nacionales actuales y previstos sobre desalación de agua de mar en los Estados Miembros.

El Proyecto internacional sobre ciclos del combustible y reactores nucleares innovadores (INPRO), una importante iniciativa extrapresupuestaria coordinada por el Organismo, se basa en una resolución de la Conferencia General de septiembre de 2000 en la que se invitó a todos los Estados Miembros interesados, tanto usuarios como abastecedores de tecnologías, a que consideraran conjuntamente las medidas internacionales y nacionales necesarias para lograr las innovaciones deseadas en los reactores y ciclos del combustible nucleares. En la resolución A/RES/56/94, “Informe del Organismo Internacional de Energía Atómica”, la Asamblea General de las Naciones Unidas subrayó “el papel único que puede desempeñar el Organismo en la determinación de los requerimientos de los usuarios y en la labor sobre las cuestiones relativas a las salvaguardias, la seguridad y el medio ambiente relacionadas con los reactores innovadores y sus ciclos del combustible” y recalcó “la necesidad de lograr la cooperación internacional en el desarrollo de tecnología nuclear innovadora”. Durante el año, el Comité Directivo del INPRO aprobó la estructura de organización del proyecto, un esbozo del informe propuesto, los recursos, el calendario general, el plan de trabajo y las tareas. En una segunda reunión realizada en diciembre se examinaron los informes sobre los progresos iniciales y se aprobó el desarrollo continuado del proyecto. Asimismo, se comenzó la labor relativa a las necesidades de los usuarios en cinco campos: economía y recursos, seguridad, repercusiones ambientales, resistencia a la proliferación, y “cuestiones Intersectoriales”, que incluyen los requisitos infraestructurales e industriales y los requisitos jurídicos e institucionales, así como actividades de enseñanza, capacitación e I+D. Se inició una sexta tarea para elaborar métodos de evaluación y criterios para aplicar estas necesidades de los usuarios a diseños nucleares innovadores específicos.

# TECNOLOGÍA DEL CICLO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR Y DE GESTIÓN DE DESECHOS

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Lograr que un creciente número de Estados Miembros adopten las estrategias más modernas en relación con el ciclo del combustible nuclear y la gestión de desechos y que un creciente número de instalaciones establezcan las tecnologías más avanzadas conexas; y facilitar la planificación y realización en los Estados Miembros de actividades relacionadas con el ciclo del combustible nuclear y la gestión de desechos, en condiciones seguras, sostenibles, eficaces en función de los costos y ambientalmente racionales.



## CUESTIONES CLAVE Y ASPECTOS MÁS DESTACADOS

- Se publicó la última edición del “Libro Rojo” del OIEA-AEN/OCDE – *Uranium 2001: Resources, Production and Demand*. El Organismo también publicó un informe complementario, *Analysis of Uranium Supply to 2050*.
- Se alcanzaron hitos clave en los siguientes aspectos: tecnología del combustible de mezcla de óxidos (MOX); química del agua y control de la corrosión en centrales nucleares; y degradación inducida por hidrógeno de las aleaciones basadas en circonio.
- Dado que en algunos casos los períodos de almacenamiento del combustible son más prolongados que lo inicialmente previsto, el Organismo se centró en las cuestiones asociadas al almacenamiento en seco a largo plazo, las consecuencias para la fabricación del combustible y el crédito de quemado.
- Entre las iniciativas destinadas a abordar la cuestión de los repositorios geológicos y la falta de infraestructura y recursos para aplicar las tecnologías disponibles en muchos Estados Miembros en desarrollo se adoptaron, entre otras, las siguientes: creación de una “Red internacional de centros de excelencia para la demostración y la capacitación en materia de disposición final geológica”; y celeración de una conferencia internacional sobre la gestión de desechos radiactivos procedentes de aplicaciones no energéticas.

## CICLO DEL COMBUSTIBLE Y MATERIALES

La nueva edición del “Libro Rojo” – *Uranium 2001 Resources, Production and Demand* – se concluyó y publicó conjuntamente con la AEN de la OCDE. El Libro Rojo es el principal documento de referencia mundial sobre los suministros de uranio; en él se incluyen proyecciones del crecimiento de la energía nuclear hasta 2020 y se exponen las repercusiones con respecto al suministro y la demanda del uranio. El Organismo también publicó un estudio complementario, *Analysis of Uranium Supply to 2050*. En este estudio se examina tanto la cuestión de los suministros primarios (uranio recién producido) como los suministros secundarios (combustible reprocesado y procedente de armas nucleares excedentes). En el informe se concluye que los recursos conocidos bastan para satisfacer las necesidades de suministro primario hasta aproximadamente 2034 en un caso de demanda media, tras lo cual se necesitaría desarrollar recursos no descubiertos, aún especulativos. En la Figura 1 se indica el déficit proyectado en la producción basada en el mercado, suponiendo que no se disponga de uranio muy enriquecido (UME) procedente de armas nucleares después de 2023 y que los inventarios excedentes se hayan redu-

cido a niveles estratégicos. Los recursos conocidos son suficientes para satisfacer las necesidades del mercado hasta 2034. La producción acumulativa derivada de los recursos conocidos basta para satisfacer el 80% de las necesidades de producción total basada en el mercado hasta 2050.

En un nuevo informe, *Manual of Acid In Situ Leach Uranium Mining Technology* (IAEA-TECDOC-1239), se examina la lixiviación in situ (LIS), método relativamente nuevo de minería con ventajas económicas y ambientales para extraer el uranio de yacimientos adecuados de tipo arenisca. La LIS ha representado del 13% al 15% de la producción mundial en los últimos años y se espera que crezca aún más dados sus bajos costos y ventajas ambientales. Este documento trata sobre geología del uranio; geohidrología; química; ingeniería de yacimientos e ingeniería de procesos.

En lo que respecta al comportamiento y la tecnología del combustible nuclear, el Organismo comenzó un nuevo PCI sobre tecnologías de proceso de datos y diagnóstico en relación con la química del agua y el control de la corrosión en las centrales nucleares (DAWAC). El objetivo de este proyecto es crear y aplicar los sistemas más

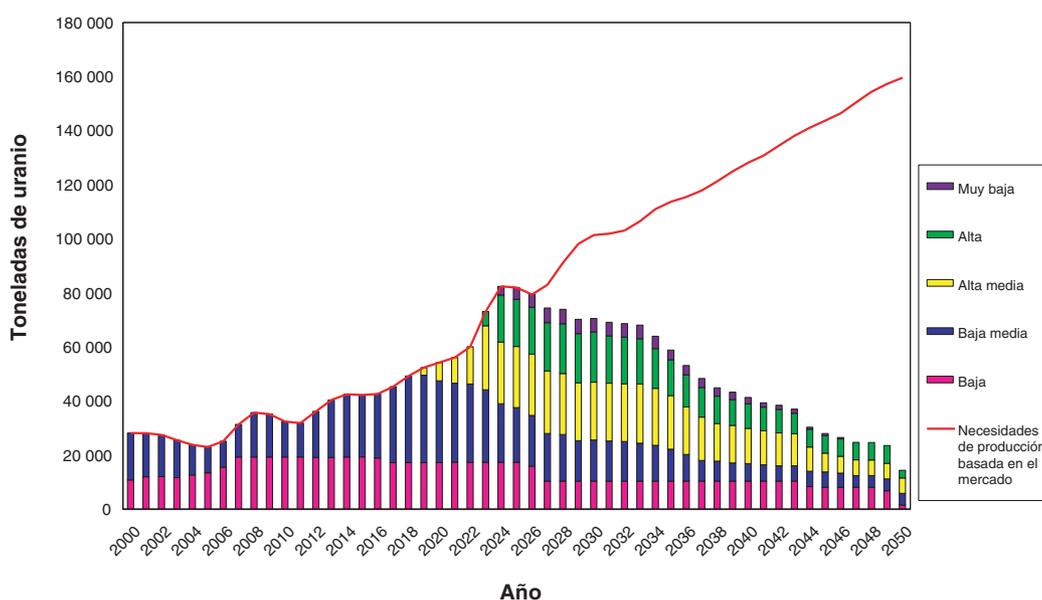


FIG. 1. Proyección de producción basada en el mercado a partir de un estudio de recursos razonablemente asegurados por categoría de costos: caso de demanda media.

eficaces para recopilar, evaluar, procesar y diagnosticar datos sobre la química del agua para una diversidad de diseños de centrales nucleares.

Fisuración diferida por hidruro puede provocar averías en los tubos de presión de los reactores CANDU y contribuir también al deterioro de las vainas de combustible de los LWR. En un PCI sobre degradación inducida por hidrógeno e hidruros de aleaciones basadas en circonio, el Organismo concluyó un ejercicio por etapas para resolver las dificultades que entraña la medición exacta de las concentraciones de hidrógeno en las aleaciones basadas en circonio en los niveles bajos a menudo de importancia práctica. Un resultado práctico importante de este ejercicio fue la mejora de las técnicas utilizadas en varios laboratorios participantes.

Con el fin de tratar las cuestiones de seguridad del combustible en situaciones transitorias drásticas y en condiciones de accidente, el Organismo convocó una reunión de Comité Técnico para: examinar los actuales programas experimentales; analizar la validez y aplicabilidad de los criterios actuales relacionados con la pérdida de refrigerante (LOCA) y los accidentes iniciados por la reactividad (RIA); evaluar las bases de datos existentes; y determinar las revisiones de los criterios y los nuevos experimentos necesarios. Los participantes formularon recomendaciones sobre la revisión de los actuales criterios LOCA y RIA en relación con su aplicación a los procedimientos de concesión de licencias. Los criterios de concesión de licencias asociados a la deposición por entalpía en el caso de los RIA, por ejemplo, quizás ya no sean válidos y deban reformularse, tanto en lo que respecta a los valores de los límites como a la cuestión de si realmente se orientan al mecanismo de fallo correcto.

El combustible gastado se está acumulando a nivel mundial a una tasa de 10 500 toneladas de metal pesado (t HM) al año. Sólo una tercera parte se reprocesa, y los dos tercios restantes deben almacenarse. Con la prolongación de los períodos de almacenamiento, será necesario en el futuro inmediato prorrogar las licencias de las instalaciones de almacenamiento existentes. El comportamiento a largo plazo del combustible gastado y los materiales durante el almacenamiento también se está convirtiendo en una cuestión cada vez más importante.

A este respecto, el Organismo concluyó un PCI sobre evaluación e investigación del comportamiento del combustible gastado (EICCG) que tuvo que ver con el comportamiento del combustible gastado y los materiales estructurales durante el almacenamiento a largo plazo. Las conclusiones principales fueron que la prolongación del período de almacenamiento provisional es una tendencia general en los países que participan en el PCI, independientemente de la política que hayan adoptado para la parte final del ciclo del combustible nuclear. Sin embargo, para prolongar el período de almacenamiento es preciso conocer la evolución del combustible durante el almacenamiento a muy largo plazo y el comportamiento del sistema de almacenamiento. Por lo tanto, es importante mantener la continuidad de los conocimientos respecto de los conjuntos combustibles durante todo el ciclo del combustible y disponer de un sistema de registro y documentación que cuente con un medio de almacenamiento de datos que se pueda consultar y utilizar en un futuro lejano, es decir, dentro de más de 100 años. En general, el comportamiento del combustible de LWR en almacenamiento en húmedo es excelente. En el almacenamiento en seco no se conocen mecanismos de degradación ni tampoco se han comunicado experiencias negativas. El almacenamiento en seco ya es una tecnología establecida, con casi 20 años de experiencia favorable en relación con el combustible gastado de reactores de potencia y unos 30 años en lo referente al combustible de reactores de investigación. Es importante tener estructuras densas de hormigón que mantengan al mínimo la presencia de agua y sean así menos vulnerables a los ciclos de congelación-descongelación. No obstante, las tecnologías de vigilancia son particularmente importantes para el almacenamiento a largo plazo del combustible gastado, incluida la vigilancia de las vainas del combustible y la integridad de los componentes, así como la integridad del sistema de contención.

Utilizando fondos extrapresupuestarios, el Organismo modificó el código COBRA-SFS para su uso en computadora y celebró un taller de capacitación para aplicar el código modificado. Con este código, los países con WWER pueden realizar cálculos termohidráulicos directamente en la computadora con respecto a los sistemas de almacenamiento en seco de cofre/contenedor y cámaras múltiples.

Más del 90% de todo el combustible de los reactores de investigación se mantiene en vainas de aluminio y se almacena en agua. El PCI que estudió la corrosión en el agua de este tipo de combustible quedó concluido. Se llegó a la conclusión de que la calidad no óptima del agua es una causa importante de la corrosión localizada que puede avanzar a través de las vainas. Ya varios reactores de investigación tienen este tipo de filtración del combustible. El PCI determinó las condiciones óptimas de la química del agua para minimizar la corrosión. Los resultados se han difundido entre los Estados Miembros y ya han tenido un impacto apreciable en el control de la química del agua en varias instalaciones.

En los últimos cinco años 674 toneladas de UME se han declarado excedentes de programas de defensa. En una reunión de Comité Técnico celebrada en noviembre se analizaron las consecuencias de estos materiales para el mercado de producción de uranio. Se llegó a la conclusión de que el uranio poco enriquecido degradado de UME contribuye sobremanera al mantenimiento del suministro de los recursos de uranio. Además, todavía hay varios reactores de investigación que utilizan UME.

Hasta la fecha, se ha acumulado más de un millón de toneladas de uranio empobrecido (UE) como resultado de operaciones de enriquecimiento. El Organismo abordó esta cuestión conjuntamente con la AEN/OCDE y elaboró un informe que se centró en la gestión del UE. Entre las cuestiones que se analizan en este informe figuran el tiempo que el UE podría almacenarse, en qué forma se almacenaría, y las repercusiones de su disposición final.

Los cambios que han tenido lugar recientemente en los mercados del combustible nuclear, particularmente como consecuencia de la liberalización de los mercados y la expansión de los programas nucleares en Asia y Europa oriental, han creado la necesidad de información actualizada sobre las actividades nacionales e internacionales relacionadas con el ciclo del combustible. En respuesta a esta situación, el Organismo publicó *Country Nuclear Fuel Cycle Profiles* (Colección de Informes Técnicos No. 404), que ofrece descripciones por países que pueden utilizar tanto los expertos como el público.

## TECNOLOGÍA Y GESTIÓN DE DESECHOS

Los desechos radiactivos provenientes de la explotación de instalaciones nucleares deben ser objeto de una gestión oportuna y eficaz. A estos efectos, es necesario realizar evaluaciones exactas de los desechos radiactivos procedentes de todas las fuentes, y proporcionar tecnologías seguras, eficaces en relación con los costos e inocuas para el medio ambiente que permitan a los Estados Miembros gestionar y adoptar medidas para la disposición final de sus desechos nucleares. Una cuestión conexa es la tecnología de la clausura para los reactores de potencia y de investigación. Por ejemplo, unos 200 reactores de investigación en explotación llevan al menos 30 años funcionando y pronto llegará el momento en que tengan que ser clausurados. Muchos se encuentran en Estados Miembros en que tal vez no se cuente fácilmente con experiencia en la clausura.

Un PCI que culminó en 2001 se centró en la forma en que se puede mejorar, adaptar u optimizar la tecnología de la clausura para las necesidades concretas de los reactores de investigación. Como ejemplos cabe citar la elaboración o aprobación de tecnologías de clausura más sencillas en lugar de la compra de equipo costoso, como el equipo de manipulación a distancia. En el PCI se indicó que actualmente hay una tendencia hacia la planificación temprana de la clausura. Esto contrasta con la creencia generalizada en el pasado de que los recursos necesarios para la clausura siempre se podrían obtener fácilmente cuando la ocasión lo exigiera. Como resultado de ello, no se previó adecuadamente la clausura, e incluso no se adoptaron suficientes disposiciones en cuanto a la necesaria infraestructura (por ejemplo, falta de reglamentos orientados a la clausura) ni se proporcionaron suficientes recursos financieros. Otra cuestión señalada fue que, a pesar del desarrollo de la tecnología y la industria en relación con la clausura de las instalaciones nucleares, al menos en los países desarrollados, todavía hay algunas esferas en que se necesita trabajar más. Así, se requieren adelantos tecnológicos para el tratamiento y disposición final de los desechos provenientes de la clausura, particularmente los materiales de actividad intermedia y alta. También los Estados

miembros han demostrado un claro deseo de desarrollar sus propias tecnologías para la clausura. Esto se debe en parte a la necesidad de conocer los efectos de la clausura en las condiciones específicas de los emplazamientos con objeto de satisfacer los requisitos de los reguladores nucleares, y en parte porque muchos procesos son fórmulas protegidas por derechos de propiedad que resulta costoso adquirir en el mercado libre. La consecución del equilibrio apropiado entre el desarrollo de las tecnologías específicas de los proyectos y países y la compra de tecnologías en el mercado libre sigue siendo un reto importante para muchos países.

Para ayudar a los Estados Miembros a mejorar los sistemas, programas y actividades de apoyo a las aplicaciones nucleares y el ciclo del combustible, incluido el legado de prácticas y accidentes anteriores, el Organismo estableció un nuevo directorio de emplazamientos con contaminación radiactiva (*Directory of Radioactively Contaminated Sites*) (DRCS). Éste abarca la contaminación ambiental anterior debida a la producción y procesamiento de materiales nucleares, la minería y el tratamiento de minerales, los ensayos de armamentos, la gestión inadecuada de desechos, y los accidentes en que intervienen materiales nucleares. También se publicaron documentos en que se describen el contenido, la funcionalidad y el marco conceptual del DRCS.

La mayoría de los Estados Miembros debe adoptar las disposiciones necesarias para la gestión segura de los desechos radiactivos de las instituciones, y muchos también deben gestionar los desechos de materiales de radiactividad natural y las fuentes radiactivas selladas en desuso. La Conferencia del Organismo "Gestión de desechos radiactivos procedentes de aplicaciones no energéticas: intercambio de experiencias", celebrada en Malta en noviembre, permitió a los Estados sin programas nucleoelectrónicos compartir información y aprender de la experiencia adquirida en países con centrales nucleares. La Conferencia recomendó fomentar la cooperación para resolver determinados problemas técnicos, normativos y reglamentarios, y destacó el importante papel del Organismo en la coordinación de estos esfuerzos. En particular, se recomendó al Organismo: promover prácticas adecuadas para la gestión de diversos tipos de

desechos; fomentar el desarrollo de tecnología innovadora; organizar actividades de capacitación y prestar apoyo metodológico en la gestión de determinados desechos; y establecer niveles y normas de riesgos.

Miles de toneladas de desechos radiactivos de grafito y carbono provienen de la clausura de toda una generación de reactores de potencia y de investigación moderados por grafito. Además, su alta estabilidad química dificulta el procesamiento del grafito irradiado para su disposición final. En un estudio del Organismo se llegó a la conclusión de que la amplia diversidad de formas, niveles de contaminación y características físicas y químicas del grafito impiden lograr una solución universal para el procesamiento y disposición final de los desechos. Las dificultades de la gestión se derivan del gran volumen de grafito contaminado y la presencia de determinados radionucleidos (tritio y carbono 14). Asimismo, los altos niveles de energía Wigner almacenados en el reticulado del grafito pueden originar problemas durante el procesamiento y la disposición final. Desde el punto de vista positivo, se señalaron las buenas propiedades mecánicas y la estabilidad química relativamente alta del grafito, que permiten la simplificación del proceso de acondicionamiento de desechos. Teniendo en cuenta estos hechos, se concluyó que el procesamiento y disposición final de los desechos de grafito deben considerarse caso por caso.

Muchos Estados Miembros están realizando, o planificando, la disposición final cerca de la superficie de desechos de actividad baja e intermedia, creando una necesidad de información y orientaciones. El Organismo ha estado estudiando las tecnologías y cuestiones pertinentes con respecto al desarrollo, el emplazamiento, la evaluación de la seguridad y el comportamiento, y la aplicación de sistemas de disposición final. También se estudiaron cuestiones no técnicas, incluida la infraestructura socioeconómica, institucional, local y nacional, la política pública, la aceptación y las cuestiones de la gestión de calidad. Se ultimaron los siguientes informes: *Characterization of Groundwater Flow for Near Surface Disposal Facilities* (IAEA-TECDOC-1199); *Technical Considerations in the Design of Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste* (IAEA-TECDOC-1256); *Procedures and Techniques for*

*Closure of Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste* (IAEA-TECDOC-1260); and *Performance of Engineered Barrier Materials in Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste* (IAEA-TECDOC-1255).

El Organismo tiene un papel especialmente importante que desempeñar en la promoción de la cooperación, el adelanto de las investigaciones y el fomento de la confianza del público en la ciencia y tecnología en general relacionada con la disposición final de desechos de actividad alta y período largo en repositorios geológicos profundos. Los laboratorios de investigación subterráneos (URL) tienen una contribución fundamental que hacer a este esfuerzo. Durante tres decenios varios Estados Miembros han aplicado programas experimentales y de demostración ampliados en URL, proporcionando valiosas evaluaciones de posibles sistemas de disposición final en diversos medios geológicos. Con el fin de difundir esta información de manera más general, el Organismo publicó *Use of Scientific and Technical Results from Underground Research Laboratory Investigations for the Geological Disposal of Radioactive Waste* (IAEA-TECDOC-1243). Bélgica, el Canadá y los Estados Unidos ofrecieron al Organismo la oportunidad de compartir experiencias, promover el consenso internacional respecto de la disposición final geológica y ampliar los conocimientos técnicos mediante la capacitación y la experiencia práctica en URL. Estos Estados han sido designados miembros fundadores de la “Red internacional de centros de excelencia para la demostración y capacitación en disposición final geológica”, que estableció oficialmente el Organismo en 2001. El objetivo de la red es facilitar la transferencia y preservación de los conocimientos y tecnologías; complementar los esfuerzos nacionales para resolver cuestiones técnicas clave; y promover la confianza del público en los sistemas de disposición final de desechos.

En la esfera de la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos procedentes de aplicaciones nucleares, se inició un nuevo programa de capacitación en gestión de la calidad de los desechos radiactivos, con especial interés en la garantía de calidad. Se tiene previsto seleccionar instalaciones de gestión de desechos en diferentes regiones con el fin de que

den acogida a sesiones de capacitación en gestión de desechos para explotadores y reguladores.

Una de las principales tareas del Organismo es prestar asistencia a los Estados Miembros para mantener en lugar seguro las fuentes de radio gastadas. Esta asistencia fue prestada en 2001 a Eslovenia, Etiopía, Filipinas, Indonesia, Líbano, Tailandia, Zambia y Zimbabwe. El nuevo catálogo internacional de fuentes y dispositivos radiactivos sellados que ha elaborado el Organismo es un componente indispensable de este asesoramiento de expertos. El catálogo incluye actualmente datos técnicos básicos, características de diseño e ilustraciones de más de 1 800 modelos de fuentes radiactivas y 300 dispositivos, así como la dirección y el historial institucional de más de 900 fabricantes y distribuidores. Además, se publicaron dos documentos técnicos en apoyo de estos proyectos de asesoramiento y asistencia del Organismo: *Management for the Prevention of Accidents from Disused Sealed Radioactive Sources* (IAEA-TECDOC-1205) y *Waste Inventory Record Keeping Systems (WIRKS) for the Management and Disposal of Radioactive Waste* (IAEA-TECDOC-1222).

Entre las actividades de recopilación y difusión de la información se cuenta la divulgación en julio de la Base de Datos de Gestión de Desechos Apta para la Red (NEWMDB), que contiene la información sobre gestión de desechos recibida de los corresponsales designados por los Estados Miembros. Se han recopilado datos sobre programas y organizaciones nacionales de gestión de desechos radiactivos, planes y actividades, leyes y reglamentos pertinentes, directrices e inventarios de desechos radiactivos.

El Grupo de contacto integrado por expertos (CEG) para la cooperación internacional en la gestión de desechos radiactivos con la Federación de Rusia, para el cual el Organismo actúa como Secretaría, continuó promoviendo y coordinando los esfuerzos por mejorar la gestión del combustible nuclear gastado y los desechos radiactivos. En 2001 se iniciaron varios nuevos proyectos. El primero se centra en la anterior base técnica de la Bahía de Andreeva, ubicada en la costa septentrional de la Península de Kola, que fue utilizada durante más de 30 años

para almacenar desechos radiactivos y combustible nuclear gastado de submarinos. Aproximadamente 100 núcleos de reactores de submarinos se han acumulado y almacenado en condiciones que requieren mejoras. En octubre, un taller del CEG examinó la información técnica de Rusia y elaboró propuestas de proyectos que fueron oficialmente aprobadas por el CEG en noviembre, a partir de lo cual comenzaron las negociaciones sobre estos proyectos. Otro proyecto tiene que ver con la puesta en servicio de dos nuevas instalaciones para el tratamiento de desechos radiactivos líquidos, una en la empresa Atomflot en Murmansk (construida con la cooperación de Noruega y los Estados Unidos), y la otra en la planta de Zvezda, cerca de Vladivostok (construida con asistencia del Japón). Estas instalaciones están destinadas a eliminar todas las emisiones radiactivas al mar durante la clausura de submarinos. El CEG ha dado su visto bueno a otros proyectos, incluidas la rehabilitación del Centro RADON de Murmansk y la construcción de un repositorio para desechos radiactivos sólidos en el archipiélago de Novaya Zemlya.

Los proyectos de cooperación técnica del Organismo están destinados a mejorar la capacidad normativa de los Estados Miembros. Ello reviste particular importancia para la clausura de los reactores, proceso multidisciplinario que requie-

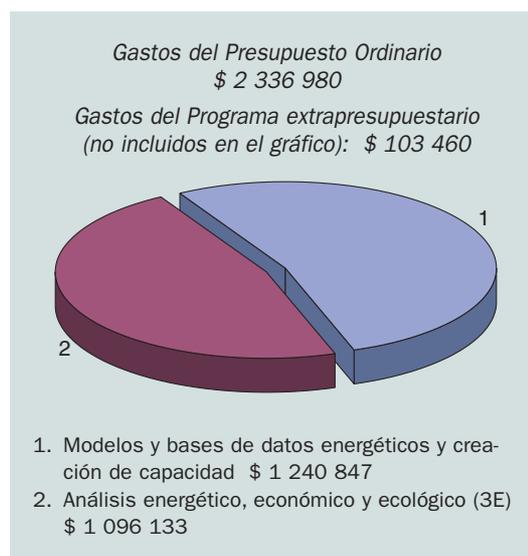
re un enfoque integrado que utilice en grado óptimo los recursos nacionales e internacionales. A este respecto, varios proyectos lograron importantes hitos durante el año. En Eslovaquia, el Organismo prestó servicios de expertos y capacitación sobre equipos de manipulación a distancia y robótica para la clausura de la central nuclear A-1. Otro proyecto se dedicó especialmente a elaborar los planes y la infraestructura necesaria para la clausura de los WWER de Ucrania. El Organismo también está ayudando a Lituania en la planificación de la clausura de la Unidad 1 de la central nuclear de Ignalina. Por conducto de estos proyectos se transfirió información y conocimientos técnicos sobre la clausura en fase activa a los Estados que *prevén* actividades de clausura. Asimismo, se pusieron de relieve los aspectos financieros y otros tipos de consecuencias de la clausura.

La creación de capacidades en los Estados Miembros para gestionar los desechos radiactivos es otro factor importante del programa de cooperación técnica del Organismo. Un nuevo proyecto se centra en la minería del uranio en Portugal, y en él se estudian numerosos emplazamientos pequeños de minería y tratamiento, así como un antiguo emplazamiento de procesamiento de radio. También se evaluarán y cuantificarán las consecuencias de estos emplazamientos.

# EVALUACIÓN COMPARATIVA PARA EL DESARROLLO ENERGÉTICO SOSTENIBLE

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Facilitar la realización de evaluaciones comparativas nacionales e internacionales de las cadenas energéticas completas, desde la fuente hasta la prestación del servicio, con la finalidad de apoyar el desarrollo energético sostenible. Estudiar la función de la energía nucleoelectrica con miras al desarrollo de sistemas energéticos sostenibles y ayudar a los Estados Miembros a tomar decisiones fundamentadas sobre políticas con respecto a su futuro desarrollo energético.



## CUESTIONES CLAVE Y ASPECTOS MÁS DESTACADOS

- Se elaboraron y distribuyeron entre los Estados Miembros nuevos instrumentos metodológicos para ayudar en la adopción de decisiones fundamentadas.
- Se finalizaron informes analíticos sobre las repercusiones de la competencia en la energía nucleoelectrica y la importancia de esta energía en la protección ambiental y la mitigación de los gases de efecto invernadero.
- Se fomentó la creación de capacidad mediante la difusión de metodologías, la prestación de capacitación y la organización de seminarios informativos para los Estados Miembros.
- El Organismo organizó dos seminarios informativos durante el noveno período de sesiones de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible (CDS-9) (el primero en abordar cuestiones sobre energía) y actuó como fuente especializada en cuestiones nucleares durante las negociaciones de las Naciones Unidas sobre energía, desarrollo sostenible y cambio climático.

## MODELOS Y BASES DE DATOS ENERGÉTICOS Y CREACIÓN DE CAPACIDAD

El Organismo facilita datos, información e instrumentos analíticos sobre estrategias de desarrollo energético sostenible, políticas energéticas y ambientales y decisiones de inversión en los que pueden basarse los Estados Miembros – en particular los Estados Miembros en desarrollo – para tomar decisiones fundamentadas. Por ejemplo, el Banco de Datos Energéticos y Económicos (EEDB) es una colección de datos en series cronológicas de todos los Estados Miembros del sistema de las Naciones Unidas con información histórica sobre la producción y el uso de energía y electricidad, así como sobre la situación de la energía nucleoelectrica a escala nacional, regional y mundial. También contiene previsiones a medio y largo plazo de demanda de energía y electricidad, y previsiones regionales y mundiales de desarrollo de la energía nucleoelectrica. En la Figura 1 se muestran las previsiones para 2001 a partir de información del EEDB. Para el índice bajo de las previsiones se toma en cuenta únicamente la finalización de planes en firme de nuevas centrales nucleares o el cierre de centrales viejas anunciados por gobiernos o compañías. El índice alto de las previsiones refleja las nuevas centrales nucleares cuya inclusión en los planes de los gobiernos y las compañías es menos segura, pero que las reuniones de expertos convocadas periódicamente por el Organismo con ese fin consideran muy posible.

Además de la colección de datos, el Organismo proporciona un conjunto de modelos de planificación, elaborado (o adaptado a partir de modelos de países industrializados) para que se ajuste a las condiciones de disponibilidad de datos características de los Estados Miembros en desarrollo. Los modelos se utilizan para analizar enfoques alternativos al desarrollo energético sostenible (Cuadro I). Aunque el conjunto de modelos es muy flexible y ha sido utilizado en países de tamaños tan diversos como Armenia y China, es preciso actualizarlo regularmente para que vaya a la par de los cambios tecnológicos e institucionales, como la liberalización del mercado de la energía y la aplicación de controles ambientales más estrictos. En una reunión de grupo asesor celebrada

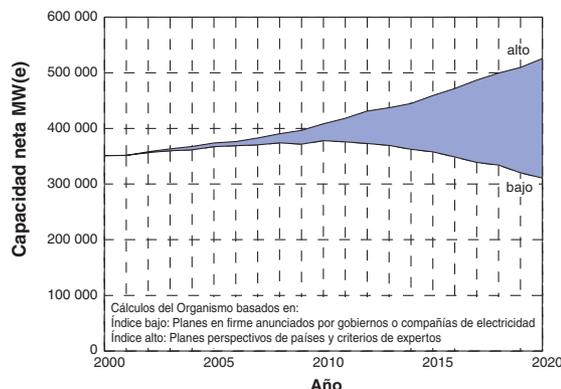


FIG.1. Perspectiva de desarrollo global de la energía nucleoelectrica (fuente: *Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2020, Reference Data Series No 1, OIEA, Viena (2001)*).

en el Laboratorio Nacional de Argonne (Estados Unidos de América) se recomendó que se introdujesen mejoras en las interfaces de usuarios de ENPEP (Programa de evaluación eléctrica y energética), FINPLAN (Modelo de análisis financiero de planes de expansión del sector eléctrico) y MESSAGE (Modelo de sistemas de suministro de energía y repercusiones ambientales generales) y que se ampliase el ENPEP para que incluyese costos de infraestructuras y se añadiesen funciones a FINPLAN para que pudiese ocuparse de nuevas cuestiones de gran prioridad como las importaciones y las exportaciones de electricidad y las centrales de cogeneración de energía eléctrica y térmica. Las mejoras de ENPEP y FINPLAN finalizaron en 2001, así como la fase I de las mejoras de MESSAGE. También se publicó una guía del usuario de la versión actualizada de WASP-IV (Lote de programas Wien para planificación de sistemas automáticos)

A lo largo del año, se ha añadido al conjunto de modelos de planificación del Organismo el SIMPACTS (Enfoque simplificado de cálculo de las repercusiones ambientales y los costos externos de la generación de electricidad). Concebido principalmente para los Estados Miembros en desarrollo, el SIMPACTS permite a los encargados de tomar decisiones, hacer cálculos sensatos sobre las repercusiones ambientales y los costos utilizando una cantidad mínima de datos. El análisis es sencillo, transparente y de fácil realización. Si bien no se pretende que sustituya a la evaluación detallada de las repercusiones

ambientales, el SIMPACTS puede dar resultados similares a los obtenidos con esos métodos. Actualmente, el SIMPACTS se compone de cuatro módulos: AIRPACTS, para cuantificar la incidencia y los costos de daños debidos a las emisiones a la atmósfera (Figura 2); NUTK-PACTS, para evaluar las dosis colectivas y los efectos sanitarios latentes derivados de la explotación ordinaria de instalaciones nucleares y los costos externos debidos a accidentes y a la disposición final de desechos; HYDROPACTS, para calcular los costos de los daños causados por presas hidroeléctricas como consecuencia del reasentamiento de poblaciones debido a las inundaciones y a la pérdida del uso de tierras; y 'DAM', un modelo de ayuda a la adopción de decisiones que permite la realización de análisis de política según diversos criterios. En 2001, los cuatro módulos fueron objeto de un examen colegiado externo. También se finalizó un PCI en cuyo marco se probó satisfactoriamente sobre el terreno el SIMPACTS para comprobar su aplicabilidad a un amplio abanico de cuestiones relativas a costos externos. El Organismo ha comenzado a utilizar el SIMPACTS para realizar su propio trabajo analítico. Por ejemplo, en cooperación con el Banco Mundial, el Organismo ha finalizado una evaluación preliminar en Belarús

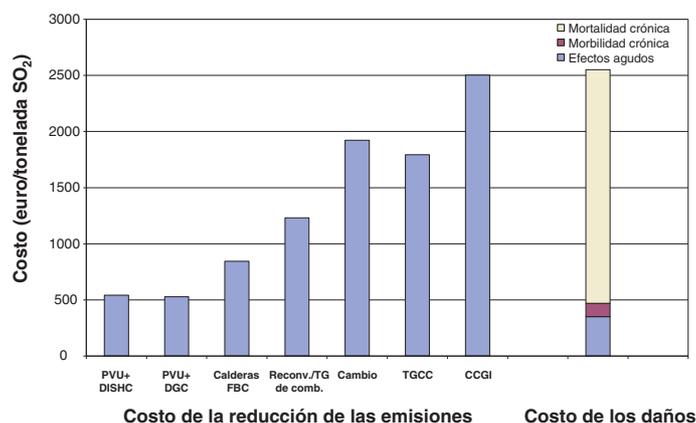
de los costos externos debidos a los daños ambientales derivados del accidente de Chernóbil. El proyecto se centró principalmente en la evaluación de los sectores agrícola, forestal y de recursos hídricos, en la necesidad de una supervisión adicional y, especialmente, en los efectos de las contramedidas agrícolas para la salud y en las consecuencias para el medio ambiente de la exposición al cesio 137 originada por el accidente de Chernóbil de 1986.

El *Programa 21*, acordado en la "Cumbre de la Tierra" de Río de Janeiro de 1992 y tema de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (WSSD) que se celebrará en agosto de 2002 en Johannesburgo, insta a los "países en el plano nacional y las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales en el plano internacional [a que desarrollen] el concepto de indicadores del desarrollo sostenible ...". Los indicadores de desarrollo energético sostenible (IDES), elaborados posteriormente por el Organismo, están concebidos para ayudar a los encargados de la elaboración de políticas nacionales a evaluar y supervisar la contribución de la energía al desarrollo sostenible en sus países, las repercusiones de la energía en el medio ambiente, el desarrollo económico y social y la interrelación entre esas

CUADRO I. **MODELOS DE PLANIFICACIÓN DEL ORGANISMO Y SU DISTRIBUCIÓN**

Tipo de conjunto de modelos	Descripción	Envíos a los Estados Miembros
ENPEP	Evalúa estrategias de elaboración de sistemas energéticos	43
FINPLAN	Calcula la viabilidad económica de las propuestas energéticas, incluidos los flujos de caja y las relaciones financieras.	17
MAED <sup>a</sup>	Evalúa las necesidades energéticas futuras basándose en diversos modelos hipotéticos de desarrollo de un país o región.	41
MESSAGE	Formula y evalúa estrategias de suministro de energía alternativas para un país o región.	10
SIMPACTS	Calcula las repercusiones ambientales y los costos utilizando una cantidad mínima de datos.	18
WASP	Determina el plan óptimo de expansión a largo plazo de un sistema de generación de energía dentro de los límites definidos por el usuario.	49

<sup>a</sup> **MAED:** Modelo para el análisis de la demanda energética.



- PVU+DISHC: Prolongación de la vida útil + retroadaptación del control de desulfuración por inyección de sorbente en el hogar de las calderas
- PVU+DGC: Prolongación de la vida útil + desulfuración de los gases de combustión + agentes reductores de NO<sub>x</sub>
- Calderas FBC: Calderas de combustión de lecho fluidizado
- Reconv/TG: Reconversión con turbina de gas
- Cambio de comb.: Carbón → carbón+gas
- TGCC: Turbina de gas de ciclo combinado
- CCGI: Ciclo combinado de gasificación integrada

FIG. 2: Comparación, utilizando AirPacts, de los costos de las distintas opciones de reducción de las emisiones y costos de los daños para la salud por tonelada de SO<sub>2</sub> en relación con la central energética de Ostroteka, de Polonia.

cuestiones. Otros organismos que se han asociado formalmente con los IDES son el Organismo Internacional de Energía de la OCDE, el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas y la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas. En abril de 2001, el Organismo informó sobre la fase I de este proyecto en la CDS-9, en Nueva York. La fase I consistía en un estudio de conjuntos de indicadores y estadísticas del ámbito de la energía, la preparación de un conjunto de 41 indicadores y ensayo sobre el terreno de esos indicadores. En la fase II, que comenzará en 2002, se simplificará el conjunto de los IDES y su introducción en los sistemas estadísticos de los Estados Miembros de los diversos organismos patrocinadores. Parte de esta labor se realizará bajo los auspicios de un PCI.

La creación de capacidad en los Estados Miembros y la prestación de asistencia técnica son dos de los principales objetivos del programa del Organismo sobre la Evaluación comparativa

para el desarrollo energético sostenible, y los proyectos de cooperación técnica son uno de los medios para lograr esos objetivos. En un proyecto regional para Asia, 11 Estados Miembros recibieron asistencia para llevar a cabo estudios sobre la función de la energía nuclear eléctrica y otras opciones energéticas en sus países. Otros proyectos similares en el África subsahariana y Europa oriental están contribuyendo a crear capacidades a nivel local para abordar cuestiones de desarrollo sostenible en el contexto de políticas energéticas nacionales, contribuyendo así a avanzar en la aplicación del Programa 21.

**ANÁLISIS ENERGÉTICO, ECONÓMICO Y ECOLÓGICO (3E)**

A fin de complementar la ayuda a los Estados Miembros y contribuir a los estudios que éstos puedan realizar de forma independiente, el Organismo proporciona análisis de temas y

problemas actuales, prestando especial atención a cuestiones relativas a la economía y la competencia, el medio ambiente y el cambio climático, y el desarrollo sostenible. Como parte de esta labor, se intenta llegar a un amplio público internacional e informarlo acerca del papel de la energía nuclear en mercados cada vez más competitivos, en la mitigación del posible cambio climático y como ayuda para lograr un desarrollo sostenible. A ese respecto, se dedicó un PCI que finalizó en 2001 a establecer las metodologías apropiadas y a elaborar los instrumentos analíticos adecuados para que los Estados Miembros analizaran las posibles contribuciones de diversas tecnologías energéticas a la reducción del gas de efecto invernadero. En cada uno de los estudios de países realizados se analizó una amplia gama de posibilidades de reducción a escala nacional y regional. En la Figura 3, por ejemplo, se muestra el punto hasta el cual la energía nucleoelectrica puede evitar las emisiones de gases de efecto invernadero en los Estados Unidos en tres situaciones distintas, partiendo de diferentes supuestos relativos al cierre, la prolongación de la vida útil y la construcción de nuevas centrales nucleares. Algunos países también utilizaron directamente los resultados de estos estudios nacionales en comunicaciones oficiales a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC).

El Organismo también participó en varias actividades principales de las Naciones Unidas en 2001 en los ámbitos del desarrollo sostenible, el medio ambiente y el cambio climático. En el 'Tercer Informe de Evaluación', publicado en 2001 por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), el Organismo participó en el informe del Grupo de Trabajo III, 'Mitigación', cuya conclusión fue que, dentro del sector energético, las centrales nucleares son las que tienen más posibilidades de atenuar las emisiones de gases de efecto invernadero, y que sus costos de reducción de la contaminación están entre los más bajos (véanse los Cuadros A4 a A7 del Anexo).

Asimismo, en su calidad de órgano especializado en ciencia y tecnología nucleares dentro del sistema de las Naciones Unidas, el Organismo desempeña una función importante como fuente de información sobre energía nuclear para los

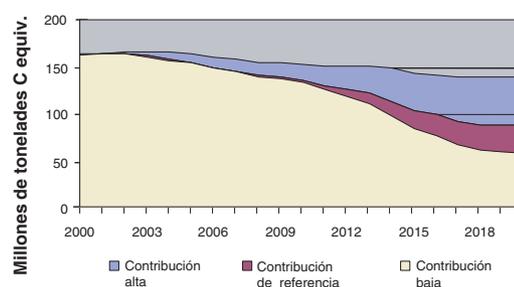


FIG. 3. Previsión de la contribución de la energía nucleoelectrica a la supresión de los gases de efecto invernadero en los Estados Unidos.

Estados Miembros que participan en las negociaciones en curso de las Naciones Unidas en la CSD y la Conferencia de las Partes (COP) en la UNFCCC. La CSD-9 fue el primer período de sesiones de la CSD específicamente dedicado a la energía. El Organismo preparó información básica sobre la energía nuclear y organizó dos reuniones informativas: una sobre los IDES (descritos antes) y otra sobre cuestiones fundamentales para el debate en torno a la función de la energía nuclear en el desarrollo sostenible.

Dos de los resultados de la CSD-9 son importantes para la energía nuclear. En primer lugar, las partes no se pusieron de acuerdo con respecto al papel de la energía nuclear dentro del desarrollo sostenible. En el texto final se señaló que algunos países consideran la energía nuclear como un factor que contribuye notablemente al desarrollo sostenible, mientras que otros consideran que ambos son básicamente incompatibles. El segundo resultado importante fue el acuerdo unánime de que "la decisión de optar por la energía nuclear es responsabilidad de los gobiernos".

El Organismo también asistió a las reuniones de 2001 de la COP en la UNFCCC: la 2ª parte de la CoP-6, en Bonn en julio, y la COP-7, en Marrakech en noviembre. En esta última reunión (llamada "Acuerdos de Marrakech") se logró llegar a un acuerdo sobre las reglas de aplicación del Protocolo de Kyoto. Para la energía nuclear, esto constituyó un importante paso adelante, ya que prácticamente no produce gases de efecto invernadero y actualmente evita entre un 7% y un 8% de las emisiones globales

de esos gases. Con todo, salvo en casos contados, no se han impuesto restricciones ni tasas a las emisiones de gases de efecto invernadero, por lo que no existe ninguna presión económica para evitarlas. El Protocolo de Kyoto es actualmente la única vía operativa en el mundo hacia el establecimiento de unas restricciones generalizadas y coordinadas de las emisiones de gases de efecto invernadero. Así pues, los Acuerdos de Marrakech constituyen un paso importante para asignar un valor económico tangible al papel de la energía nucleoelectrica en la prevención de la emisión de esos gases. Sin embargo, buena parte del sector de la industria nuclear y de la prensa se centró en la exclusión de los Acuerdos de Marrakech de los proyectos nucleares de dos de los tres mecanismos flexibles del Protocolo de Kyoto, a saber, la aplicación conjunta y el mecanismo para un desarrollo limpio (el tercer mecanismo es el comercio de los derechos de emisión). Con esta exclusión se reduce la rentabilidad y no se fomenta el objetivo esencial de la UNFCCC de estabilizar “las concentraciones de gases de efecto invernadero

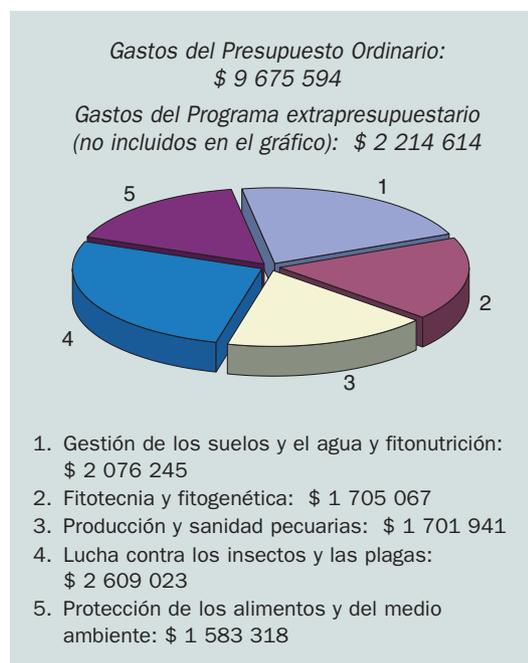
en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático”.

A fin de asegurar que se preste a la energía nucleoelectrica la consideración que merece dentro del debate sobre la energía sostenible, el Organismo está llevando a cabo estudios en los que compara la energía nucleoelectrica con alternativas no nucleares. En 2001, los estudios realizados por el Organismo sobre el futuro económico de la energía nucleoelectrica en los mercados competitivos se centraron en la evaluación de las necesidades y la experiencia en el aprendizaje de tecnologías en el sector de la industria nuclear y las repercusiones en el crecimiento futuro del mercado. Este trabajo incluyó una reseña general de los mercados energéticos futuros, con las distintas posibilidades de desarrollo y los mercados especializados para la energía nucleoelectrica. También se incluyó una evaluación de la posible contribución de la energía nuclear a una futura economía basada en el hidrógeno.

# AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Promover la capacidad a nivel nacional e internacional para determinar y mitigar los impedimentos a la seguridad alimentaria sostenible mediante la promoción del desarrollo y la adopción de biotecnologías nucleares y conexas.



## CUESTIONES CLAVE Y ASPECTOS MÁS DESTACADOS

- Las Disposiciones adoptadas en 1964 entre los Directores Generales de la FAO y el Organismo con respecto a la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Agricultura y la Alimentación (que planifica y aplica el programa de agricultura y alimentación del Organismo) fueron revisadas para elevar su eficacia. Las características principales de las nuevas Disposiciones incluyen la redefinición de las responsabilidades de la División Mixta y el establecimiento de un comité directivo compuesto por representantes de las dos organizaciones para que supervise la dirección y aplicación del programa, y examine las cuestiones de personal y estratégicas.
- Se alcanzaron progresos importantes en la aplicación de las técnicas de radiación e isotópicas en la investigación, propiciando la optimización del uso del agua y los nutrientes por las plantas, y en última instancia asegurando la productividad sostenible de cultivos y ganado y la preservación del medio ambiente.
- Como medio de apoyar el fomento de las aptitudes del personal y la transferencia de tecnología, se elaboraron procedimientos operacionales corrientes y buenas prácticas de laboratorio, manuales y directrices para su uso por los científicos y técnicos de los Estados Miembros. También se promovió la autosuficiencia a escala nacional y regional.

## GESTIÓN DE LOS SUELOS Y EL AGUA Y FITONUTRICIÓN

La materia orgánica del suelo, que es un componente clave de la fertilidad del suelo, se concentra en la superficie del suelo y se pierde rápidamente en condiciones tropicales por la oxidación acelerada debida a prácticas tradicionales de cultivo en condiciones cálidas y húmedas, y también a causa de los procesos de erosión del agua. Esta pérdida rápida puede detenerse con medidas apropiadas de conservación del suelo, entre las que se incluye la retención de los residuos de cultivos. Un PCI concluido en el año sirvió de apoyo a los esfuerzos nacionales de 11 Estados Miembros destinados a determinar opciones de gestión de residuos de cultivos para la producción agrícola sostenible y la preservación del medio ambiente en una amplia gama de suelos y sistemas de cultivo. Con el empleo de técnicas isotópicas se examinaron varias opciones para el reciclado de residuos de cultivos, técnicas que eran a la vez sostenibles y económicamente atractivas para los agricultores. Se demostró la utilidad de prácticas sencillas en que se utilizan residuos de trigo y arroz para producir abono como alternativa de la quema de rastrojos. Este tipo de procedimientos puede tener consecuencias importantes, además del mantenimiento deseado de la materia orgánica del suelo y el mejor crecimiento de las plantas. Por ejemplo, en todo el mundo se queman anualmente millones de toneladas de paja de arroz y trigo, provocando la contaminación atmosférica y produciendo grandes cantidades de dióxido de carbono, es decir, un gas de efecto invernadero. Además, durante la quema se producen varias formas gaseosas de nitrógeno, lo que representa una pérdida de equivalentes de fertilizantes y un grado de contaminación importante del medio ambiente por óxido nítrico.

La erosión del suelo y la deposición conexas de los sedimentos son procesos naturales de formación del paisaje que pueden ser acelerados por intervenciones del ser humano, como la deforestación, el pastoreo y el laboreo excesivos, y otras prácticas agrícolas no sostenibles. Teniendo en cuenta que la erosión constituye una grave amenaza para la producción agrícola sostenible y, por tanto, para la seguridad alimentaria mundial, el Organismo creó dos redes internacionales de investigación, por conducto de PCI,

en las que participan 25 Estados Miembros, con el fin de elaborar metodologías normalizadas para medir la redistribución del suelo en las cuencas de captación. Los estudios desembocaron en la creación de una técnica validada y eficaz en relación con los costos, basada en el radionucleido del cesio 137 presente en la precipitación radiactiva, que permite obtener estimaciones integradas de las tasas de erosión y sedimentación en el espacio y el tiempo en una amplia diversidad de entornos y escalas en todo el mundo. Además, se ha mejorado considerablemente la capacidad institucional de los diversos Estados Miembros para realizar investigaciones aplicadas sobre erosión del suelo. Los protocolos y metodologías normalizados para el uso de la técnica del cesio 137 han allanado el camino para el ensayo sobre el terreno de estrategias destinadas a controlar la erosión del suelo, y obtener mayores conocimientos acerca de las relaciones entre las tasas de pérdida del suelo y la calidad del suelo y el agua, la redistribución del carbono y los nutrientes del suelo, y el destino final de los productos agroquímicos y contaminantes afines en el terreno.

El desarrollo de los recursos humanos es un importante servicio que presta el Organismo a los Estados Miembros mediante sus PCI y el programa de cooperación técnica. Los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf proporcionan capacitación en análisis isotópicos del contenido total de nitrógeno y nitrógeno 15 del suelo y la materia vegetal y en procedimientos conexos de garantía de calidad. Se ofrecen becas de capacitación a científicos sobre métodos de radiación e isotópicos para verificar los flujos y el balance de nutrientes y recursos hídricos en los sistemas de cultivo. Se publicó un manual de capacitación para apoyar las actividades de desarrollo de recursos humanos, *Use of Isotope and Radiation Methods in Soil and Water Management and Crop Nutrition*.

## FITOTECNIA Y FITOGENÉTICA

La producción mundial de banano, que totaliza unos 95 millones de toneladas anuales y ocupa el cuarto lugar después de los cereales, se ve amenazada por muchas plagas y enfermedades como la sigatoka negra, la fusariosis, los nemátodos y los virus. Entre los logros de un PCI

recién concluido sobre biología celular y biotecnología, incluidas técnicas de mutación, para la creación de nuevos genotipos útiles del banano se contaron la producción y selección en Cuba, Filipinas, Malasia y Sri Lanka, de una serie de mutantes para determinar rasgos deseables como el florecimiento precoz, la reducción de la altura, el aumento del tamaño del fruto y la tolerancia a la fusariosis. En Malasia se distribuyó la “Novaria”, una variedad mutante del banano derivada de la inducción por mutación del banano gigante Giant Governor, con mejores características como florecimiento precoz, altura reducida, potencial de alto rendimiento y sabor agradable. Entre los nuevos adelantos se contaron: determinación de métodos para el análisis de la estabilidad cariológica con el empleo del citómetro de flujo de ADN; pronta detección de la fusariosis; sistema de selección contra la enfermedad de la sigatoka negra, y una técnica de detección para determinar la resistencia a los nemátodos. También se realizaron importantes avances en la aplicación de técnicas de marcadores moleculares y citogenéticas para la detec-

ción de distintos genomas de *Musa*, y en la estabilidad genética de plantas de banano micropropagadas. Por último, el PCI ayudó a varios investigadores jóvenes a obtener títulos universitarios superiores en Bélgica, Israel y la República Checa.

Un proyecto de cooperación técnica en Viet Nam permitió desarrollar una variedad mutante nueva y mejorada del arroz, tolerante a condiciones de salinidad, la CM6, que posee un atractivo grano largo y un rendimiento superior, de 3 a 4,5 toneladas por hectárea. El precio de mercado de esta variedad de grano largo es aproximadamente una y media veces más alto que el de la variedad mutante del arroz tolerante a la salinidad de que se dispone actualmente, la CM1. Además, se distribuyeron oficialmente varias variedades mutantes, producidas en el marco de otros proyectos de cooperación técnica (véase cuadro I).

Los marcadores moleculares están siendo rápidamente adoptados por los fitogenetistas como

CUADRO I. **VARIETADES MUTANTES DE PLANTAS DISTRIBUIDAS POR EL ORGANISMO EN 2001**

País	Cultivo/planta ornamental	Nombre de variedad mutante	Característica modificada
Malí	Sorgo	Fambe, Tiedjan, Gnome	Mayor rendimiento, resistencia al encamado, mejor calidad del grano, resistencia a enfermedades (striga)
Egipto	Ajonjolí	Taka 1, Taka 2, Taka 3, Tushki, Shandawill 3	Resistencia a enfermedades e insectos
Malasia	Orquídea ( <i>Dendrobium</i> )	Sonia Keena Ahmad Sobri	Pétalos en forma de diamante
	Tradescancia ( <i>Tradescantia spathacea</i> )	Sobrii	Hojas cremosas rayadas
Tailandia	Flor de seda ( <i>Portulaca grandiflora</i> )	KU1, KU2, KU3	Color de la flor
	Canna ( <i>Canna x generalis</i> )	Peeranuch rosada, Arunee amarilla, Prapanpongse crema, Siranut anaranjada	Color de la flor

instrumentos eficaces y apropiados para acelerar el proceso de fitogenética. Se elaboró un nuevo programa de capacitación con objeto de introducir en los Estados Miembros técnicas de marcadores nuevas y prometedoras. El primer curso interregional de este programa, relacionado con la caracterización de germoplasmas de mutantes utilizando marcadores moleculares, se celebró en los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf.

El libre acceso a mutantes de cultivos es indispensable para la difusión de su uso en lugares distintos de aquellos en que evolucionaron. Por otra parte, los mutantes se han convertido en valiosos instrumentos para la genómica y la proteómica funcionales. En los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf se estableció un repositorio de la FAO/OIEA de germoplasma mutante con el fin de recopilar y distribuir libremente germoplasma mutante a los investigadores. También se creó una base de datos accesible por Internet para promover el intercambio de germoplasma entre donantes y receptores de los Estados Miembros (<http://www.iaea.org/programmes/nafa/navig/index.html>).

## PRODUCCIÓN Y SANIDAD PECUARIAS

Instrumentos de diagnóstico de las enfermedades eficientes y de sólida construcción son indispensables para todo programa de control o erradicación de las enfermedades. En 2001 se consolidó en África la producción y el desarrollo de juegos de diagnóstico (kits) de enfermedades pecuarias basados en tecnologías nucleares. Por primera vez autoridades de sanidad pecuaria de África tienen acceso regional a los juegos para el diagnóstico de la fiebre porcina africana, la fiebre del Valle del Rift, la brucelosis y la peste bovina. Gracias al empleo de tecnología avanzada que utiliza un sistema de expresión del baculovirus que puede generar a bajo costo reactivos de diagnóstico muy específicos, el laboratorio nacional de veterinaria de Dakar (Senegal) ha distribuido juegos de diagnóstico de la peste bovina a unos 34 países africanos. Asimismo, ese laboratorio está distribuyendo actualmente juegos para estudiar la fiebre porcina africana. Aunque requiere mayor validación, la tecnología

está resultando apropiada y aplicable a la situación de los países en desarrollo. En relación con el uso de otra biotecnología, la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), los científicos tienen ahora una capacidad regional para diagnosticar rápidamente y caracterizar con exactitud las principales enfermedades de su ganado. Esta capacidad producida localmente, aunque basada en la capacitación y la tecnología aportadas por conducto del programa Mixto FAO/OIEA en la agricultura y la alimentación y de las actividades de cooperación técnica del Organismo, ayudará considerablemente a los gobiernos nacionales a combatir con más eficacia las enfermedades del ganado de la región.

Un gran obstáculo al incremento de la productividad del ganado en los países en desarrollo es la escasez y fluctuación de la cantidad y calidad del suministro anual de piensos convencionales. Los árboles y arbustos constituyen la fuente más abundante de proteína de la naturaleza. Con todo, las cantidades de taninos que contienen varían ampliamente, son en gran medida imprevisibles y tienen efectos adversos en los animales, que van desde la merma de la utilización de nutrientes hasta la toxicidad y la muerte. Con un mejor conocimiento de las propiedades de los taninos y su gestión apropiada, las hojas de los árboles y arbustos podrían convertirse en una inestimable fuente de proteínas para obtener suplementos alimenticios estratégicos. A medida que aumente la demanda de alimentos, las plantas taníferas deberán desempeñar un papel cada vez más importante en la dieta de los animales, en particular para los rumiantes de las pequeñas explotaciones agrícolas de economía de subsistencia. En los estudios realizados en el marco de un PCI se descubrió que se requieren siete ensayos de taninos para pronosticar el valor nutricional de forrajes constituidos por esta sustancia. El uso de estos ensayos, incluido el método que utiliza albúmina sérica bovina radiomarcada para pronosticar los efectos biológicos de la alimentación con hojas constituidas por taninos, junto con el nuevo método para obtener taninos hidrolizables elaborado en este PCI, dan el impulso necesario para los esfuerzos que realizan varias organizaciones internacionales con miras a establecer estrategias que aprovechen eficazmente los amplios recursos de proteína que contienen los árboles y forrajes para alimentar el ganado.

## LUCHA CONTRA LOS INSECTOS Y LAS PLAGAS

A medida que crece el interés del sector privado en la aplicación de la técnica de los insectos estériles (TIE), se hace evidente la necesidad de que se ofrezcan garantías de que los insectos estériles se seguirán transportando en condiciones de seguridad y de conformidad con las leyes. En respuesta a esta necesidad, se utilizó una técnica de análisis hipotético para cuantificar los posibles riesgos que entraña el transporte transfronterizo de insectos estériles para los programas de lucha contra las plagas. Este análisis sirvió de base para elaborar un proyecto de norma internacional que fue presentada al examen de la Comisión Interina de Medidas Fitosanitarias, órgano rector de la Convención internacional de protección fitosanitaria (IPPC). La armonización de las orientaciones sobre reglamentación del transporte de insectos estériles facilitará el comercio, y al mismo tiempo atenderá a las preocupaciones acerca del transporte de lo que podrían constituir especies de plagas de cuarentena.

La mosca de la fruta no sólo causa pérdidas cuantiosas de frutos, sino que también tiene gran importancia internacional desde el punto de vista de la cuarentena, y de la interferencia que provoca en el comercio transfronterizo de frutas y hortalizas frescas. No existen directrices internacionales para la vigilancia de la mosca de la fruta, y los países importadores establecen requisitos de vigilancia distintos y variables para determinar la baja prevalencia de la mosca o su inexistencia. A petición de los Estados Miembros se elaboraron directrices para la vigilancia de la mosca de la fruta. Esas directrices se utilizan ahora para facilitar el comercio internacional de productos frutícolas entre los Estados Miembros.

Se elaboró una Base de datos internacional sobre desinfestación y esterilización de insectos (IDIDAS) con el objeto de recopilar información sobre las especies para fines de desinfestación (comercio y cuarentena) y esterilización (TIE). La IDIDAS, que colma un vacío en la actual base de conocimientos, valoriza la información existente al comprobar la garantía de calidad de los datos existentes y hacer más accesible la información.

Se realizaron notables progresos en el desarrollo de la TIE para la polilla de la datilera, plaga que causa graves problemas en África septentrional. Tras haber prohibido el uso de insecticidas, el Gobierno de Túnez comenzó un programa para reducir las tasas de infestación en el dátil con el uso de métodos de control biológico, incluida la TIE. Gracias a implantación de una dieta larval artificial y un sistema de oviposición en el ámbito de un PCI y de un proyecto de cooperación técnica el nivel de producción de la unidad de cría aumentó a un millón de polillas adultas a la semana. Además, se elaboró y comprobó un dispositivo de dispersión de polillas refrigeradas. Se sintetizó el cebo artificial de feromona utilizado para vigilar los machos adultos de la polilla, y se llevaron a cabo pruebas sobre el terreno para determinar la eficiencia y estabilidad de distintas fórmulas.

En respuesta a un brote de mosca tsetsé transmitido por la tripanosomiasis animal hace algunos años, y para reducir el temor de un nuevo brote de enfermedad del sueño en zonas turísticas del Delta del Okavango, el Gobierno de Botswana inició una serie de operaciones de rociado secuencial de aerosol en la región meridional del delta, teniéndose previsto utilizar después la TIE como solución permanente. Se estableció un proyecto regional de cooperación técnica para apoyar el programa de Botswana integrado a nivel de zona, de control y erradicación de la mosca tsetsé y la tripanosomiasis. Este apoyo se basa fundamentalmente en el establecimiento de colonias criadas en masa de *Glossina morsitans centralis* en insectarios de instituciones cooperantes con el fin de disponer de suficientes machos estériles para su suelta aérea.

Con el objetivo de reducir el uso de insecticidas en la producción de cítricos para los mercados de exportación, se construyó una instalación de cría en masa de la mosca mediterránea de la fruta (moscamed) con capacidad de producción de 12 millones de machos estériles a la semana en Sidi Thabet (Túnez) en el marco de un proyecto de cooperación técnica. A ello siguió la concertación de un acuerdo entre el Ministerio de Agricultura de Túnez y la industria frutícola para participar en el proyecto y emprender actividades sobre el terreno. La Autoridad de Energía Atómica nacional se encarga de la producción de las moscas estériles. En la Península de Cap Bon, zona

principal de producción comercial de cítricos, se ha establecido una red de trampas para la recolección de datos del terreno.

Todos los programas sobre el terreno de la TIE para combatir la moscamed exigen que las moscas sueltas sean marcadas con un tinte fluorescente de modo que puedan distinguirse de los insectos en estado silvestre. Sin embargo, la fiabilidad de este procedimiento puede comprometerse e inducir a la identificación errónea de los insectos. Por otra parte, la selección de muchos miles de moscas diariamente bajo un microscopio fluorescente es una labor muy ardua. Para reemplazar el tinte fluorescente se creó un marcador genético denominado "centinela" que produce una raya suplementaria en la mosca. Las pruebas con jaulas sobre el terreno que se realizaron en 2001 para evaluar la competitividad del apareo dieron buenos resultados y en estos momentos el marcador se está produciendo en masa.

Varios componentes de la aplicación de la TIE para la lucha contra la moscamed pueden ser mejorados con la capacidad para introducir genes en el insecto mediante la tecnología transgénica. Esta tecnología está ahora disponible para la moscamed y, como resultado de la colaboración con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, se produjo una serie de líneas transgénicas de moscamed. Estas líneas transgénicas están marcadas con una proteína fluorescente y se utilizan para supervisar aspectos clave de la estabilidad y aptitud de las cepas en relación con el uso de la tecnología transgénica en la TIE.

El uso generalizado de las jaulas sobre el terreno en la garantía de calidad de las moscas de la fruta producidas en masa ha alentado su uso para combatir la mosca tsetsé. Las pruebas con jaulas sobre el terreno se llevaron a cabo para evaluar el efecto de varios procedimientos de irradiación y manipulación en la capacidad de apareo de las moscas tsetsé criadas en masa. Se realizó también una evaluación de la compatibilidad en el apareo de distintas poblaciones de la misma especie de mosca tsetsé. El sistema de uso de jaulas sobre el terreno parece ser eminentemente adecuado como procedimiento de control de calidad aplicable a la lucha contra la mosca tsetsé. Se han preparado protocolos

operacionales normalizados para este procedimiento de garantía de calidad, así como para todos los demás procedimientos asociados a la cría en masa de la mosca tsetsé.

## PROTECCIÓN DE LOS ALIMENTOS Y DEL MEDIO AMBIENTE

El Organismo ha prestado asistencia en la elaboración de normas internacionales y en la creación de capacidades analíticas para garantizar la seguridad y calidad de los alimentos en el comercio internacional. Un adelanto notable en este sentido fueron los progresos alcanzados en el "Proyecto de norma general revisada del Codex para alimentos irradiados", propuesto en el 24º período de sesiones de la Comisión del Codex Alimentarius, celebrado en julio. La Comisión también aceptó un proyecto de "Código de práctica para el tratamiento por irradiación de alimentos". La aprobación por la Comisión en su período de sesiones de 2003 de las normas revisadas del Codex para la irradiación de alimentos, sin límite máximo en la dosis absorbida, promoverá la confianza de los consumidores y facilitará el comercio internacional. También armonizaría los reglamentos en la irradiación como proceso alimentario en los Estados Miembros. Además, en su 23º período de sesiones celebrado en febrero el Comité del Codex sobre métodos de análisis y muestreo aprobó las directrices para la validación en un solo laboratorio de métodos analíticos para determinar las concentraciones de trazas de productos químicos orgánicos. Las directrices se incorporaron después en el documento de buenas prácticas de laboratorio aprobado en el 33º período de sesiones del Comité del Codex sobre residuos de plaguicidas celebrado en abril. Se espera que serán adoptadas como norma del Codex en el 25º período de sesiones de la Comisión del Codex Alimentarius que tendrá lugar en 2003.

Sobre la base de los datos generados por los PCI, y reconociendo el potencial de la irradiación para eliminar las plagas de insectos de importancia desde el punto de vista de la cuarentena con respecto a los productos hortícolas frescos objeto de comercio internacional, el tercer período de sesiones de la Comisión Interina de Medidas Fitosanitarias, el órgano de la IPPC

encargado de establecer las normas, acordó elaborar una norma internacional sobre la irradiación como medida de tratamiento fitosanitario. Un grupo de trabajo de la IPPC creado a estos efectos fue convocado en noviembre y se elaboró un proyecto de norma internacional para que la ICPM lo examinara en mayor detalle. Una guía sobre certificación de alimentos irradiados para fines distintos de los fitosanitarios, elaborada anteriormente por funcionarios de control de alimentos y de cuarentena fitosanitaria de Asia y el Pacífico, fue aprobada para que se presentara a la consideración de la Comisión del Codex Alimentarius

Luego de cumplir su mandato en relación con la elaboración de las directrices normativas para el Organismo, la FAO y la OMS, el Grupo Consultivo Internacional sobre Irradiación de Alimentos (GCIIA), en su 18ª reunión anual celebrada en Roma en octubre, decidió eliminar gradualmente sus actividades a partir de esa fecha y hasta mayo de 2004. Se prevé que la sucesora del GCIIA sea una nueva organización con la firme participación del sector privado, especialmente la industria alimentaria, y que hará hincapié en la aplicación de la irradiación como método para aumentar la inocuidad de los alimentos, la seguridad y el comercio.

Con el fin de fortalecer las contramedidas agrícolas en caso de accidentes nucleares, se elaboraron en el marco de un PCI métodos sencillos y sólidos para analizar la absorción de radionu-

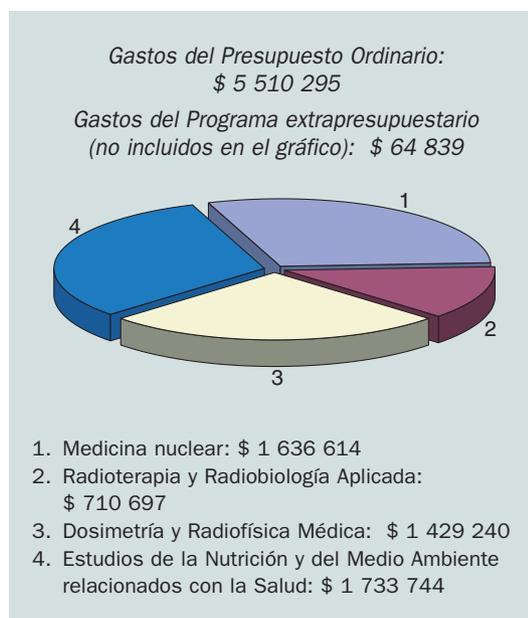
cleidos de tipos concretos de suelos, y para determinar factores de transferencia de radionucleidos en plantas modelo. Asimismo, se inició un nuevo PCI sobre el establecimiento de principios de garantía/control de calidad en el análisis de productos de plaguicidas. Se espera que el PCI facilite el control de los productos de plaguicidas elaborando un procedimiento de analitos múltiples que es más eficaz en función de los costos y más fácil de aplicar para los Estados Miembros.

Las micotoxinas son un grupo de sustancias natural y biológicamente activas que son tóxicas para los seres humanos y los animales y no están reglamentadas de manera general en el comercio internacional. Para ayudar a las autoridades nacionales de control de alimentos de los países en desarrollo a reforzar su capacidad analítica para la evaluación de las micotoxinas en alimentos y piensos, en diciembre de 2001 se celebró en El Cairo un taller regional de capacitación FAO -OIEA-OMS. El taller tuvo como objetivo principal elaborar procedimientos de garantía de calidad para el análisis de micotoxinas con objeto de permitir a los laboratorios nacionales de control de alimentos cumplir los requisitos de seguridad en el comercio internacional de alimentos. El taller proporcionó a los participantes los criterios e instrumentos para cumplir los requisitos de la norma ISO 17025, medida necesaria para obtener la acreditación en el análisis de micotoxinas y lograr que sus resultados sean aceptados por los órganos reguladores y sus asociados comerciales.

# SANIDAD HUMANA

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Mejorar las capacidades de los Estados Miembros en desarrollo para hacer frente a los problemas importantes de salud mediante el desarrollo y la aplicación de técnicas nucleares y conexas en las esferas en que ofrecen ventajas en comparación con las técnicas convencionales o cuando ellas mismas constituyen la técnica convencional.



## CUESTIONES CLAVE Y ASPECTOS MÁS DESTACADOS

- Se organizaron servicios médicos para detectar y tratar las enfermedades infecciosas mediante técnicas de medicina nuclear in vivo e in vitro.
- Concluyó la fase inicial del primer PCI temático sobre medicina nuclear.
- Los análisis y proyectos se orientaron hacia la evaluación del aspecto económico de la radioterapia en el tratamiento del cáncer.
- Se elaboró y publicó un nuevo código de práctica sobre instrumentación para dosimetría.
- Se aplicaron técnicas isotópicas estables para la prevención de enfermedades degenerativas.

## MEDICINA NUCLEAR

A lo largo del año, una de las prioridades fue la elaboración de métodos de diagnóstico y procedimientos de tratamiento de la coronariopatía, el cáncer de hígado, el cáncer de tiroides, las infecciones bacterianas y las enfermedades infecciosas y juveniles. Por ejemplo, tras la celebración de talleres en Colombia, Singapur y Viet Nam, ha finalizado un estudio de toxicología del lipiodol de renio 188 para el tratamiento del cáncer de hígado. El estudio constituyó la parte inicial del primer 'PCI temático' del Organismo sobre medicina nuclear, iniciado en 2000, sobre el control del cáncer de hígado mediante métodos a base de radionucleidos con especial hincapié en la terapia con radioconjugados transarterial y la dosimetría interna. La característica principal de un PCI temático es la agrupación por pares del mismo número de acuerdos de investigación y de titulares de contratos de investigación, y la supervisión por cada par de un investigador que esté estudiando para obtener un doctorado o un título similar de educación superior en el ámbito del PCI. La mayor ventaja es la ampliación de la base de investigación en el ámbito objeto de estudio. En el contexto de este PCI, diez investigadores de diez países en desarrollo están recibiendo capacitación y cursando estudios de posgrado.

La imaginología y el mantenimiento a distancia a través de Internet son métodos innovadores y rentables de conectar y reparar sistemas de imaginología de medicina nuclear (como la imaginología con cámaras gamma y con tomografías computadorizadas por emisión de fotones simples (SPECT)) en los países en desarrollo. La primera prueba de esta nueva tecnología se llevó a cabo conectando 38 cámaras gamma y sistemas SPECT en diversos lugares de África y en Bolivia, Bulgaria, Eslovenia, Hungría, Myanmar y Sri Lanka. Haciendo pleno uso de la competencia disponible en esos países, esta tecnología prometedora permitió que se reparasen 12 cámaras gamma y sistemas SPECT sin necesidad de organizar misiones de expertos y se redujo considerablemente el tiempo de inactividad de estos instrumentos esenciales para el diagnóstico médico, pasando de varios meses a sólo algunos días. Como resultado de este programa la OMS ha solicitado información al Organismo sobre las medidas de control de cali-

dad y de capacitación del personal, y sobre el alcance de los instrumentos médicos en general.

Una parte fundamental del programa de sanidad humana del Organismo es el *uso* de técnicas nucleares y conexas para el tratamiento del cáncer y las enfermedades infecciosas. En un proyecto regional de cooperación técnica en América Latina se realizó de forma satisfactoria un análisis inmunoradiométrico del anticuerpo de la hepatitis C, lo cual supuso el reconocimiento médico de 18 691 sujetos y la detección de 270 casos positivos. En otro proyecto se consiguieron anticuerpos autóctonos y de gran calidad de la proteína alfa-feto para la detección del cáncer de hígado. Este proyecto se llevó a cabo en cooperación con Argelia, Argentina, Brasil, Egipto, India, Indonesia, Malasia y Mongolia. Asimismo, un proyecto en cuyo contexto se realizaron reconocimientos médicos a escala regional para detectar el hipotiroidismo neonatal permitió salvar a 360 recién nacidos de la deficiencia mental, de un total de 1,3 millones reconocidos. A fin de conservar los conocimientos técnicos locales sobre la aplicación de los radioinmunoanálisis al reconocimiento médico de recién nacidos, se elaboró un programa informático interactivo multimedios de enseñanza. En 17 países de África se realizaron un total de 77 682 pruebas para la detección de marcadores de tumores. Fue considerable el número de casos de cáncer detectados/supervisados, oscilando entre el 24 y el 50% de los pacientes estudiados. Asimismo, el proyecto contribuyó a la capacitación de 20 licenciados en ciencias clínicas en análisis de marcadores de tumores.

El Organismo intenta aumentar al máximo la incidencia de sus actividades colaborando con otras organizaciones internacionales que trabajan en el mismo ámbito. Una muestra de ello fue la colaboración con la OMS en la transferencia de pruebas basadas en isótopos moleculares a los Estados Miembros. Por ejemplo, se validaron pruebas para la detección de casos de malaria y tuberculosis (TB) resistentes a medicamentos. Con estas pruebas se pueden obtener resultados en dos o tres días, en lugar de los 28 días que tardan los métodos convencionales y un mínimo de cinco semanas en el caso de la TB. Se hizo uso práctico de esta tecnología en Malí donde, durante una epidemia, el administrador del programa de control recibió rápidamente unos

resultados que mostraban una resistencia del 75% al medicamento antipalúdico cloroquina y ninguna al fansidar, que se utilizó para controlar la epidemia de forma eficaz. En América Latina se utilizó una tecnología similar para establecer diagnósticos menos agresivos de la leishmaniasis tegumentaria. Una prueba basada en anticuerpos, adecuada para analizar bancos de sangre en busca de la enfermedad de Chagas utilizando una mezcla óptima de antígenos recombinantes, permitió mejorar la precisión de los diagnósticos en comparación con la serología convencional.

### **RADIOBIOLOGÍA Y RADIOTERAPIA APLICADAS**

Varios análisis y proyectos se orientaron hacia la evaluación del aspecto económico de la radioterapia en el tratamiento del cáncer. No cabe duda de que la tecnología de braquiterapia de tasa de dosis elevada se ha extendido rápidamente en los Estados Miembros, con la correspondiente reducción de la tasa de dosis baja de la mayor parte de las aplicaciones.

Se elaboraron y aplicaron modelos para calcular el costo del tratamiento del cáncer utilizando la braquiterapia y la teleterapia con cobalto y mediante acelerador lineal en distintos países. En el cálculo del costo por tratamiento siguiendo una de esas modalidades se incluyen la utilización del equipo, los salarios de todo el personal, los costos de construcción y la duración de un día de trabajo.

Se realizó un ensayo clínico aleatorio del tratamiento del cáncer cérvicouterino utilizando un nuevo sensibilizador de radiación, en lugar de la radioterapia únicamente, en el que partici-

paron 333 pacientes de cuatro países. El estudio demostró que la tasa de control y la supervivencia mejoran considerablemente en pacientes que hayan sido expuestos al mismo tiempo al sensibilizador de células hipóxicas y a la radioterapia. Se trata del primer resultado positivo notificado con este grupo de sensibilizadores.

### **DOSIMETRÍA Y RADIOFÍSICA MÉDICA**

El Organismo es la única organización que facilita a los Estados Miembros en desarrollo la posibilidad de acceder a las normas internacionales de medición de la radiación y las técnicas de garantía de calidad necesarias para la calibración de los aparatos para radioterapia y las instalaciones de radiación industriales (véase el Cuadro 1).

Con respecto a las normas internacionales de medición de la radiación, el código de práctica sobre la dosimetría basada en la calibración directa utilizando patrones de dosis absorbida en agua, elaborado y publicado por el Organismo en 2000 en la Colección de Informes Técnicos con el Núm. 398, recibió el apoyo de la OMS, la OPS y la Sociedad Europea para Radiología Terapéutica y Oncología (ESTRO). Además, varios países lo adoptaron como base de su definición de dosis absorbida en agua, haciendo de él el único código de práctica aceptado internacionalmente. Con anterioridad, los códigos de dosimetría se basaban en normas de kerma en aire, lo cual introducía dificultades innecesarias cuando los laboratorios primarios de calibración dosimétrica comenzaron a difundir normas de medición de la radiación de dosis absorbida en agua determinadas de forma calorimétrica. Esto

**CUADRO I. PARTICIPACIÓN EN LAS PRUEBAS DE COMPETENCIA DE ALMERA**

Laboratorios meta	Matriz	Núm. de conjuntos enviados	Núm. de resultados notificados
Espectroscopia $\alpha + \beta$	Tierra	56	44
Espectroscopia $\gamma$	Tierra	74	49

### RECUADRO 1: **AYUDA A LOS ESTADOS MIEMBROS PARA MANTENER LA GARANTÍA DE CALIDAD EN LOS SISTEMAS DE PLANIFICACIÓN DE TRATAMIENTO POR IRRADIACIÓN**

Físicos médicos del Organismo participaron en la investigación de dos incidentes graves relacionados con la exposición excesiva de pacientes en tratamiento contra el cáncer. En el primer incidente, en Panamá, el sistema utilizado para planificar los tratamientos de radioterapia dio un valor incorrecto en el cálculo del tiempo de exposición, que no se comprobó mediante un cálculo manual. A causa de ello, 12 de los 28 pacientes excesivamente expuestos murieron. Con el objeto de ayudar a los Estados Miembros en el uso y la garantía de calidad de sus sistemas de planificación de tratamientos, se convocó una reunión y se recurrió a los servicios de consultores para establecer directrices para uso de los expertos del Organismo que realizan visitas in situ de revisión de esos sistemas. En el segundo incidente, ocurrido en Polonia, un corte de energía eléctrica parece haber causado múltiples fallos en un acelerador lineal, afectando al monitor de salida del haz y al sistema entrelazado de seguridad. Lamentablemente, no se detectó el consiguiente gran aumento del haz de salida antes de reanudar la terapia con los pacientes. Como consecuencia de ello, cinco pacientes sufrieron sobreexposición. La función del Organismo consistió en investigar las causas de esos incidentes a fin de informar a los usuarios de equipos similares sobre los peligros inherentes. ■

redundará en beneficio de los laboratorios secundarios de calibración dosimétrica de los Estados Miembros, ya que tendrán acceso a un sistema de dosimetría inherentemente más sencillo que los anteriores.

En el ámbito de las aplicaciones industriales, el 20% de las 50 auditorías de haces de cobalto 60 realizadas para los Estados Miembros a través del Servicio Internacional de Verificación de Dosis (IDAS) excedieron el límite de aceptación del 5%, lo cual muestra la importancia de este servicio. A petición de la FAO, se comprobaron ocho calibraciones de haces de cobalto 60 utilizando dosímetros del IDAS para los participantes de un PCI sobre la garantía de calidad de moscas de la fruta producidas en masa y puestas en libertad. Esta asistencia en la medición dosimétrica ayudará a los participantes a normalizar su técnica de irradiación.

El servicio postal de auditoría de dosis por dosimetría por termoluminiscencia (DTL) del OIEA/OMS supervisó la calibración de más de 400 haces utilizados en radioterapia en hospitales de todo el mundo. La tasa de devolución de los dosímetros superó el 95%, lo que indica un compromiso importante con el servicio, pero el 20% de los resultados excedieron el límite del 5%. A lo largo del tiempo se ha observado que a medida que los laboratorios participan en el servicio, sus resultados globales mejoran, lo cual

es muestra del valor que tiene para los Estados Miembros.

### **ESTUDIOS DEL MEDIO AMBIENTE RELACIONADOS CON LA NUTRICIÓN Y LA SALUD**

Se puso en marcha el primer PCI temático sobre nutrición dedicado a herramientas isotópicas y complementarias para el estudio de la situación y las interacciones de micronutrientes en poblaciones de países en desarrollo expuestas a múltiples deficiencias nutricionales. El objetivo es idear formas de mantener un enfoque sostenible con respecto a la malnutrición por carencia de micronutrientes en poblaciones crónicamente malnutridas evaluando las interacciones de micronutrientes, y apoyar la creación de capacidad en el ámbito de la alimentación y la nutrición en los países en desarrollo. Gracias a este PCI, ocho doctorandos podrán obtener títulos superiores en alimentación y nutrición.

En un PCI que finalizó en 2001 se estudió el uso de técnicas isotópicas estables para la prevención de enfermedades degenerativas (obesidad y 'diabetes no dependiente de insulina') en países en desarrollo. Algunos resultados importantes de este PCI fueron la creación de protocolos para la medición de la composición corporal y la acti-

vidad física, así como la propuesta de utilizar las pautas de distribución de la grasa corporal total como variable predictiva de la evolución del síndrome de la resistencia a la insulina.

En un PCI en el que se estudiaron las mediciones de aporte calórico en hombres y mujeres se perfeccionó la técnica del agua doblemente marcada para investigar la composición del cuerpo humano. Los resultados de este PCI, junto con los obtenidos en un proyecto regional de cooperación técnica en América Latina, contribuyeron a que la Consulta de expertos de la OMS-FAO-Naciones Unidas sobre la energía en la nutrición humana formulase nuevas recomendaciones. Por primera vez estas recomendaciones se basan en datos calculados relativos al metabolismo energético en poblaciones de niños y adultos de países en desarrollo.

El Senegal recibió orientación en su campaña nacional sobre el plan de nutrición a partir de un proyecto de cooperación técnica sobre el uso de métodos isotópicos para cuantificar la transferencia de leche materna de la madre al niño. Se están utilizando los resultados para optimizar la planificación de complementos alimenticios para el niño al que se deja de amamantar. Otro proyecto de cooperación técnica, realizado en varios países asiáticos, consistió en la medición de la eficacia de complementos multinutricionales. Las actividades principales de este proyecto fueron unos cursos regionales de capacitación, la capacitación de grupo y un taller para encargados de adoptar políticas. En particular, los resultados de los estudios sobre la harina de trigo (en Indonesia) ayudaron a los encargados de adoptar políticas y al sector industrial a seleccionar los mejores fortificantes para que los programas nacionales sean más eficaces.

En el ámbito de la salud medioambiental, un PCI evaluó los niveles y los efectos para la salud de la materia particulada transportada por el aire en la minería, la refinación y el tratamiento de metales con empleo de técnicas analíticas nucleares y conexas. Como consecuencia, se elaboraron estrategias y técnicas para conseguir muestras de materia particulada transportada por el aire en el lugar de trabajo y en los tejidos y/o fluidos humanos. Otro trabajo similar fue el realizado en el marco de un proyecto regional de

cooperación técnica para América Latina, que generó conjuntos de datos fiables de composición para las fracciones  $PM_{10}$  (materia particulada de 10 micrómetros de diámetro) y  $PM_{25}$  de la materia particulada transportada por el aire en Buenos Aires, São Paulo, Santiago de Chile y México D.F., ciudades con una contaminación atmosférica muy elevada. Se definieron con precisión los niveles de metales pesados tóxicos durante periodos cruciales del año (frío, caliente, seco y húmedo).

Se actualizó la base de datos del Organismo sobre Natural Matrix Reference Materials (<http://www.iaea.org/programmes/nahunet/e4/nmrm/index.htm>), que ahora contiene más de 26 000 valores (fracción o concentración de masa) correspondientes a 750 mediciones distintas y 2 163 materiales de referencia producidos por 59 productores de 22 países. En 2001 se amplió la base de datos y se introdujo información sobre componentes orgánicos, en particular macronutrientes y micronutrientes orgánicos.

Recientemente se ha centrado la atención en las consecuencias del uso militar del uranio empobrecido (UE) para el medio ambiente y las poblaciones civiles locales. Además de participar durante el año 2000 en una misión del PNUMA de recogida de muestras para evaluar la situación con respecto al UE en Kosovo, los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf facilitaron resultados analíticos de análisis de uranio total e isotópico (es decir, verificación del origen del uranio). El Organismo organizó en septiembre un seminario científico y un curso de capacitación – en cooperación con el PNUMA y la OMS, y con el apoyo financiero de Alemania, Italia y Suiza – sobre “El uranio empobrecido en el medio ambiente”. El seminario y el curso facilitaron información actualizada sobre la detección de los riesgos, su medición y evaluación, y los posibles efectos para la salud derivados del uso de munición perforante o de su uso en aplicaciones civiles (por ejemplo, en la protección radiológica o como contrapesos de aviones). El curso de capacitación se celebró conjuntamente en los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf y en el Centro de Capacitación de Karlsruhe (Alemania), y contó también con la participación del Instituto de Protección Radiológica de Neuherberg (Alemania), que prestó asistencia para la creación de modelos ambientales y sobre los

aspectos radioecológicos del UE; Wismut GmbH, que informó sobre cuestiones de descontaminación y tecnologías de rehabilitación de emplazamientos, y el Ejército alemán, que prestó apoyo a los estudios sobre el terreno.

Kuwait pidió al Organismo que prestase su asistencia para evaluar la contaminación del medio ambiente debido al UE después de la guerra del Golfo y que verificase los resultados nacionales kuwaitíes. Los Laboratorios de Seibersdorf analizaron 30 muestras de filtros de aire, agua, penetradores (perforadores de blindaje) de UE y tierra de distintas regiones de Kuwait. Se está elaborando un informe con un resumen de los resultados. En 2002 continuará la recogida de muestras.

Se creó la red de laboratorios analíticos del Organismo para mediciones de la radiactividad en el medio ambiente (ALMERA) para que proporcionase mediciones precisas y exactas de la radiactividad en el medio ambiente en caso de un incidente nuclear. Los Estados Miembros proponen laboratorios a los que se exige que demuestren su competencia analítica participando en pruebas de competencia del Organismo (Cuadro I). La primera de esas pruebas de la red ALMERA finalizó en mayo y se está preparando un informe con un resumen de los resultados.

Los datos de vigilancia de la salud humana y el medio ambiente dependen completamente de la calidad de las mediciones analíticas primarias. Como parte de su labor en curso de prestar ayuda a los laboratorios de los Estados Miembros para que evalúen y desarrollen sus capacidades analíticas de vigilancia de la radiactividad ambiental, el posible material de referencia de fosfoyeso se caracterizó por su contenido de radionucleido primordial (uranio, torio, radio

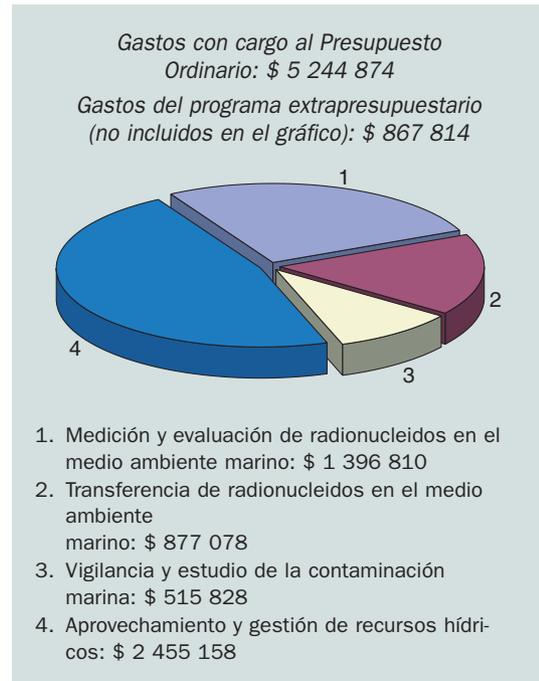
226 y plomo/polonio 210). Los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf han recogido aproximadamente 600 kg del material que ahora se puede preparar para que sea un posible material de referencia. Asimismo, se preparó un total de 13 muestras de agua como parte de una prueba de competencia sobre la determinación del radio 226/228 y el uranio 234/235/238 en aguas naturales. Se recogieron muestras de cinco fuentes de agua natural de Austria y Polonia. Las ocho muestras de agua restantes se prepararon echando agua desionizada con niveles conocidos de esos radionucleidos primordiales para simular una serie de aguas de baja y alta salinidad. De este modo, y dentro del marco de la prueba de competencia, el Organismo pudo evaluar la eficacia de los procedimientos de los participantes al tratar varios tipos de aguas, desde aguas subterráneas a aguas residuales.

El análisis por activación neutrónica es una herramienta versátil que puede utilizarse para realizar el análisis directo del contenido de oligoelementos de las muestras sólidas. Los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf participaron en el establecimiento de una instalación de análisis por activación neutrónica en el reactor KFKI de Budapest para sustituir las instalaciones de irradiación tras el cierre del reactor austriaco ASTRA en julio de 1999. Además, se celebraron debates sobre las modificaciones del reactor KFKI para que pueda aceptar la instalación de un sistema neumático de transferencia rápida proporcionado por el Organismo. Este sistema permite el análisis de una serie de analitos (productos de activación) de semividas cortas, y permite tiempos cortos de irradiación que pueden ampliar las posibilidades de la técnica. Basándose en las irradiaciones de prueba, se decidió seguir adelante con la instalación del sistema neumático rápido del Organismo y asignar los fondos en 2002.

# MEDIO AMBIENTE MARINO Y RECURSOS HÍDRICOS

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Establecer y fomentar la capacidad de los Estados Miembros para adquirir conocimientos de las tendencias temporales y espaciales de la radiactividad en los océanos, así como de los procesos de control, y para utilizar técnicas isotópicas y de otra índole para cuantificar y evaluar la contaminación marina; integrar técnicas isotópicas y nucleares apropiadas en la planificación y gestión de los recursos de agua dulce y lograr una mayor comprensión de los efectos hidrológicos inducidos por el ser humano en el ciclo hídrico y su interacción con otros sistemas ambientales.



## CUESTIONES CLAVE Y ASPECTOS MÁS DESTACADOS

- En la esfera del medio ambiente marino se desarrollaron varias técnicas nuevas – incluida la vigilancia continua de la radiactividad in situ – y se establecieron instalaciones tales como un laboratorio de recuento subterráneo y acuarios avanzados para estudios radioecológicos. Esto significa contar con métodos mucho mejores para la detección y el estudio de los contaminantes marinos no nucleares y nucleares, en el laboratorio y sobre el terreno.
- En relación con la gestión de los recursos hídricos, el Organismo evaluó la situación actual y las futuras orientaciones de las aplicaciones isotópicas en la elaboración de modelos del ciclo del agua, la sostenibilidad de las aguas subterráneas y los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos.
- Se realizaron actividades para tratar de vincular las actividades de cooperación técnica y de investigación y desarrollo del Organismo con los programas del sector hídrico de las Naciones Unidas y organismos bilaterales.
- Con la ayuda del Organismo se estableció un curso universitario sobre hidrología isotópica a nivel de postgrado, como parte de un programa sobre los aspectos técnicos de los recursos hídricos.
- Se invitó al Organismo a participar como entidad principal en la conmemoración del Día Mundial del Agua en marzo de 2002, en reconocimiento de la importancia de su programa de trabajo en la esfera de los recursos hídricos.

## MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE RADIONUCLEIDOS EN EL MEDIO AMBIENTE MARINO

En un proyecto sobre “Investigación de la radiactividad marina a escala mundial” (MARS) que finalizó en 2001, se recogieron datos sobre radionucleidos en el agua de mar, los sedimentos y la biota durante nueve expediciones de muestreo en el mar organizadas por el Organismo, por conducto del IAEA-MEL, y por sus Estados Miembros. Se seleccionaron ocho radionucleidos antropógenos como los más abundantes y representativos en el medio ambiente marino, y que ofrecen las mayores posibilidades de contribución a las dosis de radiación en los humanos a través de los pescados y mariscos. Los resultados indican que los océanos más afectados por esos tipos de radionucleidos han sido el Mar de Irlanda, el Mar Báltico, el Mar Negro y el Mar del Norte. Los datos se incorporaron a la base de datos global sobre radiactividad marina (GLOMARD), y se utilizarán como fuente de referencia internacional sobre los niveles medios de radionucleidos antropógenos en el medio ambiente marino, de modo que se pueda identificar adecuadamente cualquier contribución de las centrales nucleares de reelaboración, centrales eléctricas, antiguos lugares de evacuación de desechos radiactivos, antiguos lugares de ensayo de armas nucleares y posibles accidentes nucleares en tierra o en el mar. El proyecto MARS contó con el apoyo de fondos extrapresupuestarios del Gobierno del Japón.

El IAEA-MEL desarrolló una nueva técnica para la investigación de radionucleidos en el medio ambiente marino. Basada en un moderno monitor estacionario de rayos gamma submarino, con transmisión de datos por satélite, esta técnica puede utilizarse eficazmente para la vigilancia a corto y a largo plazo en alta mar, zonas costeras, ríos y lagos. En casos concretos puede reemplazar a las campañas de muestreo esporádico y las mediciones analíticas de laboratorio ya que se pueden notificar datos en tiempo real, determinar los cambios temporales y elaborar series cronológicas de concentraciones de radionucleidos. En una actividad realizada conjuntamente con el Instituto de Protección Radiológica de Irlanda, después de ser ensayado en la Bahía de Mónaco, el monitor se instaló en el Mar de Irlanda noroccidental.

Otra innovación fue el desarrollo, en colaboración con laboratorios de Australia, el Canadá, los Estados Unidos de América, Francia y el Japón, de nuevas técnicas radioquímicas para espectrometría de masas por acelerador (AMS). Las nuevas técnicas se pueden utilizar para el análisis de radionucleidos de período largo en el medio ambiente marino y han modificado el centro de atención en el análisis de los radionucleidos, que ha pasado del recuento de la desintegración radiactiva al recuento del número de átomos en una muestra. La ventaja de este último método es que combina una excepcional sensibilidad con un tamaño de muestra mínimo, lo que abre nuevas fronteras en el estudio de los procesos oceánicos utilizando radionucleidos como trazadores.

En el IAEA-MEL se construyó un laboratorio de recuento subterráneo para el análisis de radionucleidos en muestras marinas a niveles muy bajos, con adquisición y procesamiento de datos automáticos. Construido con apoyo extrapresupuestario de los Gobiernos de Mónaco y el Japón, el laboratorio está situado a 30 metros de equivalente en agua por debajo de la superficie, donde el flujo de nucleones de rayos cósmicos se reduce en diez mil veces aproximadamente. Espectrómetros que funcionan en el laboratorio en diferentes modos de coincidencias-anticoincidencias permiten analizar las concentraciones ultra bajas de una amplia gama de radionucleidos de período corto y medio. Esto tiene importantes repercusiones financieras, ya que el tiempo necesario para el trabajo de muestreo en el mar puede reducirse notablemente. En consecuencia, puede obtenerse valiosa información para evaluar la contaminación ambiental por radionucleidos ocasionada por descargas radiactivas, liberaciones accidentales o actos terroristas.

El programa de Servicios para el control de calidad de los análisis (AQCS) continúa prestando asistencia a los laboratorios de los Estados Miembros en sus trabajos de control/garantía de calidad (véase Figura 1). Entre los aspectos salientes registrados en 2001 figuran: preparación de una muestra de agua del Mar Mediterráneo (IAEA-418) para una nueva intercomparación, preparación de una nueva muestra de sedimentos del fondo del mar recogida en el Mar de Irlanda (IAEA-385), y finalización de un ejer-

cicio de intercomparación regional para los países del Mar Negro, en el marco de un proyecto de cooperación técnica y una prueba de aptitud regional para los países del Mar Báltico.

Como parte del proyecto regional de cooperación técnica sobre la evaluación de la contaminación del Mar Mediterráneo por radionucleidos, metales pesados y compuestos orgánicos, se organizó un crucero en las aguas costeras a la altura de Argelia. Se tomaron muestras de agua de mar, sedimentos y biota y se obtuvieron varios perfiles de alta resolución de parámetros físicos y químicos, tales como temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la columna de agua. Sobre la base de la cronología del plomo 210 y el análisis de los metales pesados en las muestras de sedimentos se llegó a la conclusión de que las concentraciones de metales pesados en los sedimentos del Mediterráneo noroccidental han estado disminuyendo en los últimos años.

**TRANSFERENCIA DE RADIONUCLEIDOS EN EL MEDIO AMBIENTE MARINO**

Las técnicas nucleares pueden mejorar la comprensión de los procesos que intervienen en la transferencia de radionucleidos y contaminantes convencionales a través del medio ambiente marino. El centro de interés de las actividades del IAEA-MEL en 2001 fueron los ecosistemas tropicales: se realizaron experimentos con radiotrazadores para investigar la bioacumulación y retención de radionucleidos y metales pesados tóxicos en importante biota marina de medios costeros tropicales. En el caso de especies marinas de importancia económica, tales como ostras y mejillones tropicales, no se encontró que el tipo de alimento ingerido (distintas especies de fitoplancton) fuese un factor de control predominante en la acumulación de radionucleidos y metales tóxicos, aunque la salinidad alteraba significativamente los procesos de bioacumulación, apreciándose tasas de absorción considerablemente más altas a los niveles de salinidad más bajos que son típicos de las zonas de estuarios.

La instalación de nuevas técnicas de mantenimiento de acuarios en el IAEA-MEL permitió que se iniciara el cultivo, a mediano y largo

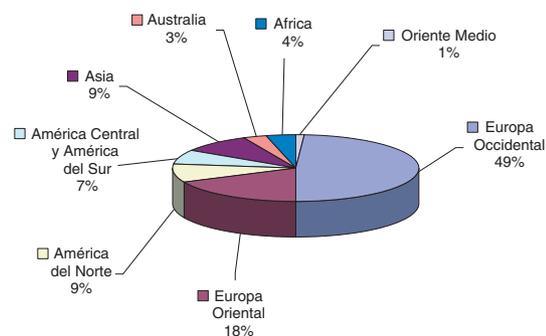


FIG. 1. Distribución geográfica de los 184 laboratorios participantes en actividades del AZCS relacionadas con los radionucleidos en el medio ambiente marino.

plazo, de especies tropicales de bajo índice de mortalidad. Se ha facilitado así el estudio, por ejemplo, de la radioecología de la almeja *Tridacna gigante*, y muy frágil, que vive en asociación con algas microscópicas simbióticas (zooxanthellae) incorporadas en los tejidos de la almeja. Se encontró que estos bivalvos tropicales comestibles tienen una gran facilidad de bioconcentración de radionucleidos y metales tóxicos, y que las algas fitosintéticas que viven en sus tejidos son probablemente las que ocasionan una gran parte de la bioacumulación de los contaminantes metálicos en estas almejas.

Los mismos conocimientos técnicos en mantenimiento de acuarios se utilizaron en otro estudio en el que se examinó la transferencia en aguas tropicales de radionucleidos y metales pesados, y su subsiguiente retención en tres especies de peces tropicales que viven en estuarios, o cerca de los mismos, y toleran una amplia gama de salinidad. Entre los contaminantes investigados, sólo el radionucleido de cesio 134 ingerido se asimiló y retuvo eficientemente, particularmente en la carne comestible de estos peces. Por el contrario, los metales pesados ingeridos, cadmio 109 y americio 241, permanecían totalmente asociados a los alimentos durante el tránsito por el aparato digestivo, sin incorporarse a los tejidos de los peces. La tasa de asimilación de contaminantes y la subsiguiente retención de estos radionucleidos y metales en los órganos de los peces dependían más del elemento que se estudiaba que de la especie o edad del pescado. Sin embargo, la eficiencia de retención de los

metales pesados cobalto-57, plata-110m y zinc-65 difería grandemente entre las especies, lo que sugiere una posible influencia del metabolismo de la digestión de los peces sobre la tasa de renovación de contaminantes en sus tejidos, factor que debería tenerse en cuenta al seleccionar las especies para piscicultura.

Los experimentos con radiotrazadores demostraron que algunos organismos marinos pueden retener contaminantes acumulados durante un período muy largo, con lo cual son muy útiles como bioindicadores a largo plazo de la contaminación ocurrida varios años antes. Se observó que una de estas especies, el cangrejo europeo corriente *Pachygrapsus marmoratus*, poseía la habilidad de literalmente “atrapar” una gran cantidad (más del 50%) de la plata-110 ingerida con sus alimentos. Los resultados de las pruebas realizadas en colaboración con los laboratorios de varios Estados Miembros sugieren que en este proceso de secuestro ocurre precipitación de plata como compuesto no tóxico, y que esa captura metabólica de este metal tóxico puede ser una característica general entre los crustáceos marinos.

En las zonas costeras, los estuarios reciben algunos de los índices más altos de contaminación antropogénica por oligoelementos. En las zonas en que se realiza acuicultura, esta situación tiene un impacto socioeconómico potencialmente importante, ya que muchos bivalvos de cultivo, tales como las ostras, pueden fácilmente concentrar metales pesados de su ambiente, particularmente contaminantes de gran toxicidad como el cadmio, el cobre, el zinc y el mercurio. Se emprendió un proyecto financiado conjuntamente por varias organizaciones francesas, como el Ministerio de Agricultura y Pesquería y el Ministerio de Investigaciones, y en el que participan el Centro Internacional de Investigaciones Científicas, la Facultad de Ciencias de la Universidad de Nantes y el IAEA-MEL, con el propósito de desarrollar metodologías de radiotrazadores para determinar el comportamiento y el destino final del cadmio en las ostras comerciales provenientes de un estuario contaminado con cadmio y en otras provenientes de una zona limpia, con bajos niveles de contaminación por cadmio. Las conclusiones pueden ser importantes porque han permitido identificar mecanismos celulares de adaptación, que ayudan a los

organismos a “ajustarse” a la contaminación ambiental por cadmio, y que también pueden utilizarse en la determinación de los umbrales de regulación de la concentración de cadmio en las ostras.

Los estudios con radiotrazadores son útiles para restringir el grado en que se pueden usar los coeficientes de elementos como variables para determinar los paleoclimas. Al respecto, el estroncio es un elemento de particular interés por su participación en los procesos de calcificación biogeoquímica en los organismos marinos. Por ejemplo, en zonas tropicales los corales tienen esqueletos aragoníticos-carbonados que contienen cantidades relativamente elevadas de estroncio. Dado que se cree que la relación estroncio/calcio varía según la temperatura del agua de mar, la relación en los esqueletos de corales se ha propuesto como una variable para reconstruir las temperaturas en el pasado, hipótesis que se basa en la observación de que el fraccionamiento del estroncio entre el agua de mar y los esqueletos de corales depende de la temperatura. En el marco de un proyecto de colaboración entre el IAEA-MEL y el Centro Científico de Mónaco se utilizó estroncio radiactivo como trazador y se encontró que la incorporación del estroncio guarda una correlación inversa con la tasa de calcificación. Así pues, en el medio ambiente natural la incorporación de estroncio en corales debería depender tanto de la tasa de calcificación como de la temperatura de la superficie del mar. Estas conclusiones sugieren que interacciones metabólicas específicas entre el estroncio y el calcio pueden alterar el coeficiente, hecho que debe tenerse en cuenta en los estudios de paleoclimas que utilizan el coeficiente para inferir regímenes de temperatura anteriores.

Los radionucleidos son importantes para determinar los procesos que rigen el secuestro de dióxido de carbono en el océano y el papel que desempeña en el cambio climático. Se ha iniciado un nuevo estudio con técnicas nucleares para medir la exportación anual de carbono de las aguas superficiales del Mar Mediterráneo, cerca de Mónaco. El torio-234, un radionucleido de período corto que es producido continuamente en el mar a una tasa casi uniforme a partir de la desintegración del uranio-238, se adhiere rápidamente a las partículas ricas en

carbono y sale de las aguas superficiales con las partículas sumergidas. Esta salida preferencial crea un desequilibrio entre ambos radionucleidos que, junto con el coeficiente medido de carbono orgánico/torio-234 en las partículas sumergidas, se utiliza para calcular la exportación de carbono en el océano. Las mediciones de los perfiles de radionucleidos mostraron una eliminación considerablemente mayor de torio-234 disuelto por encima de 200 m a comienzos del verano, en comparación con la primavera. Por otro lado, las observaciones cronológicas indicaron que los flujos de carbono orgánico derivados de concentraciones de radionucleidos eran muy distintos de los flujos medidos directamente con trampas de sedimentos en una escala de tiempo corta (uno o dos días), pero eran muy semejantes cuando los datos se integraban durante un período de tiempo más prolongado (de una a cuatro semanas). Información precisa sobre el flujo de carbono descendente puede utilizarse para evaluar la eliminación de dióxido de carbono de las aguas oceánicas superiores, parámetro que controla el transporte de este gas de invernadero entre la atmósfera y el océano.

### VIGILANCIA Y ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN MARINA

Las técnicas que utilizan espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS) proporcionan datos isotópicos que pueden complementar los estudios convencionales de la contaminación marina. Los isótopos del plomo han sido examinados corrientemente mediante ICP-MS para obtener información básica que se utiliza en programas de vigilancia de la contaminación. En un caso particular, se evaluaron muestras de sedimentos para determinar la presencia de uranio y concentraciones relativamente altas de plomo-206, a fin de evaluar la carga de nutrientes de fertilizantes ricos en fosfatos, que generalmente se asocia al uranio natural. En otra aplicación del mismo estudio, la relación medida de isótopos de plomo fue igual a la utilizada para la gasolina con plomo de Marruecos. Los datos sobre isótopos del plutonio en gradientes de profundidad en una variedad de lugares han aportado información crucial para evaluar el destino final y el transporte del plutonio en el medio ambiente marino. A través de un proyecto de evaluación

de la contaminación del Mar Caspio se examinó la situación con respecto a los isótopos de uranio, llegándose a la conclusión inequívoca de que existía una composición isotópica en el Mar Caspio distinta de la que se encontraba en el Mar Negro y en el Golfo Pérsico. Se están reuniendo más datos para extraer conclusiones sobre la importancia que ellas revisten.

A través de programas de garantía de calidad se presta asistencia a los laboratorios nacionales de los Estados Miembros y a las redes de laboratorios regionales para que puedan obtener datos fiables con respecto a una serie de contaminantes marinos no radiactivos (véase Figura 2). Esa asistencia comprende ejercicios de intercomparación, pruebas de competencia y cursos de capacitación. En particular, el IAEA-MEL continúa siendo uno de los pocos centros que producen materiales de referencia marinos. Se certificó una muestra, homogenados de pescado (IAEA-406), luego de un ejercicio de intercomparación realizado en 2000, y se introdujo como material de referencia para plaguicidas clorados, bifenilo policlorado (PCB) e hidrocarburos de petróleo. Se produjo también un material de referencia de sedimentos (IAEA-405) para metales pesados y metilmercurio. Además, se prepararon un par de muestras de bivalvos para la ROMPE (Organización Regional para la Protección del Medio Marino), y dos materiales de sedimentos para el Programa sobre el medio ambiente del Mar Caspio.

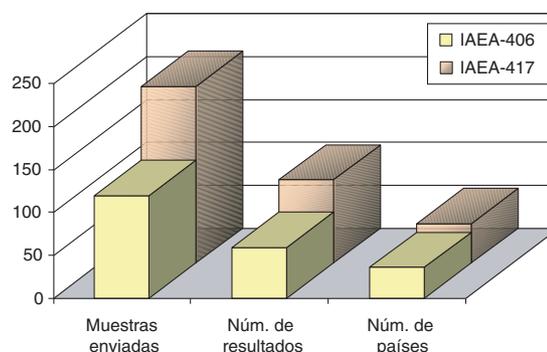


FIG. 2. Número de muestras enviadas y participantes en dos ejercicios de intercomparación de contaminantes orgánicos: IAEA-406 (homogenados de pescado) en 2000 y la IAEA-417 (sedimentos) en 2001

El examen de contaminantes brinda información sobre la calidad del medio ambiente para ayudar en la gestión de zonas costeras. En colaboración con la ROMPE se emprendió un proyecto a través del cual se examinan trazas de contaminantes inorgánicos y orgánicos en zonas costeras de Omán. En general, las concentraciones de contaminantes orgánicos en las aguas y sedimentos fueron insignificantes. Con respecto a la biota, se encontraron niveles muy bajos de compuestos organoclorados, incluidos los de origen agroquímico. Los únicos bivalvos que mostraron algún indicio de contaminación por petróleo fueron las ostras perlíferas de Mirbat, al sur de Omán. Con respecto a los metales, cabe señalar las concentraciones sumamente elevadas de cadmio en el hígado del pez emperador en el sur de Omán, que son las más altas concentraciones de cadmio registradas hasta ahora. Aunque no es posible descartar la contaminación antropogénica, el aparente aumento puede deberse al transporte por la cadena alimentaria de altos niveles de cadmio a las aguas superficiales debido a la fuerte corriente ascendente de aguas ricas en nutrientes que se produjo durante el periodo de la toma de muestras.

El Programa sobre el medio ambiente del Mar Caspio es una iniciativa intergubernamental de los cinco países del litoral Caspio, Azerbaiyán, la Federación de Rusia, Kazajstán, la República del Irán y Turkmenistán. El IAEA-MEL colaboró con el Programa en relación con proyectos de examen de contaminantes en Azerbaiyán y la República Islámica del Irán, investigando una serie de contaminantes orgánicos e inorgánicos en sedimentos marinos de la zona costera del Mar Caspio. En algunos lugares, las concentraciones de hidrocarburos de petróleo en Azerbaiyán eran bastante altas en relación con las normas, especialmente en el sur de la bahía de Baku. Se reconocieron las aportaciones recientes en cierto número de lugares sobre la base del índice de alteración por exposición a la intemperie. Si bien las concentraciones de hidrocarburo aromático policíclico (PAH) y de PCB en ningún momento sobrepasaron los valores de orientación de la calidad de los sedimentos, numerosos lugares de la costa de Azerbaiyán tenían elevadas concentraciones de compuestos relacionados con el DDT, lo que demuestra la importancia de los compuestos organoclorados derivados de

fuentes agrícolas. Con respecto a los metales, las concentraciones de arsénico, cromo y níquel fueron bastante altas en varios lugares, pero probablemente reflejaban niveles de fondo también altos. Por el contrario, las aportaciones antropogénicas eran casi sin duda las causantes de las elevadas concentraciones de cobre y mercurio en algunos focos críticos de contaminación. En la República Islámica del Irán los hidrocarburos de petróleo no eran aportaciones recientes sino alteradas por la exposición a la intemperie, y sus concentraciones en los sedimentos marinos eran por lo general más bajas que las encontradas en Azerbaiyán, sin ser especialmente elevadas según las normas mundiales. Los agroquímicos ocasionaron contaminación por DDT en varios lugares y se encontró un foco crítico de contaminación por sulfato de endosulfan en un lugar. Los niveles de PAH y PCB no fueron lo suficientemente altos como para causar inquietud. Las concentraciones de arsénico, cromo, cobre y níquel fueron elevadas, pero probablemente de origen natural. Tampoco hubo evidencia de contaminación por cadmio, plomo, mercurio o plata.

#### **A PROVECHAMIENTO Y GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS**

La descarga submarina de aguas subterráneas (SGD) es un importante componente del balance de agua dulce continental y puede ser una fuente importante de la carga de nutrientes y de contaminantes en las zonas costeras (véase Fig. 3) Se inició un nuevo PCI sobre la aplicación de las técnicas isotópicas y nucleares para vigilancia de la SGD. Como parte de ese PCI se efectuó un estudio piloto sobre caracterización de la SGD en las costas de Sicilia, en cooperación con la Universidad de Palermo (Italia), el Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO y la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (CDI).

La red mundial sobre isótopos en las precipitaciones OIEA/OMM (GNIP) es la principal base de datos para aplicaciones isotópicas en estudios hidrológicos y climáticos. La vigilancia isotópica de las aguas fluviales, que integra la variabilidad espacial y temporal de la precipitación y la hidrología a escala de cuencas, mejora conside-

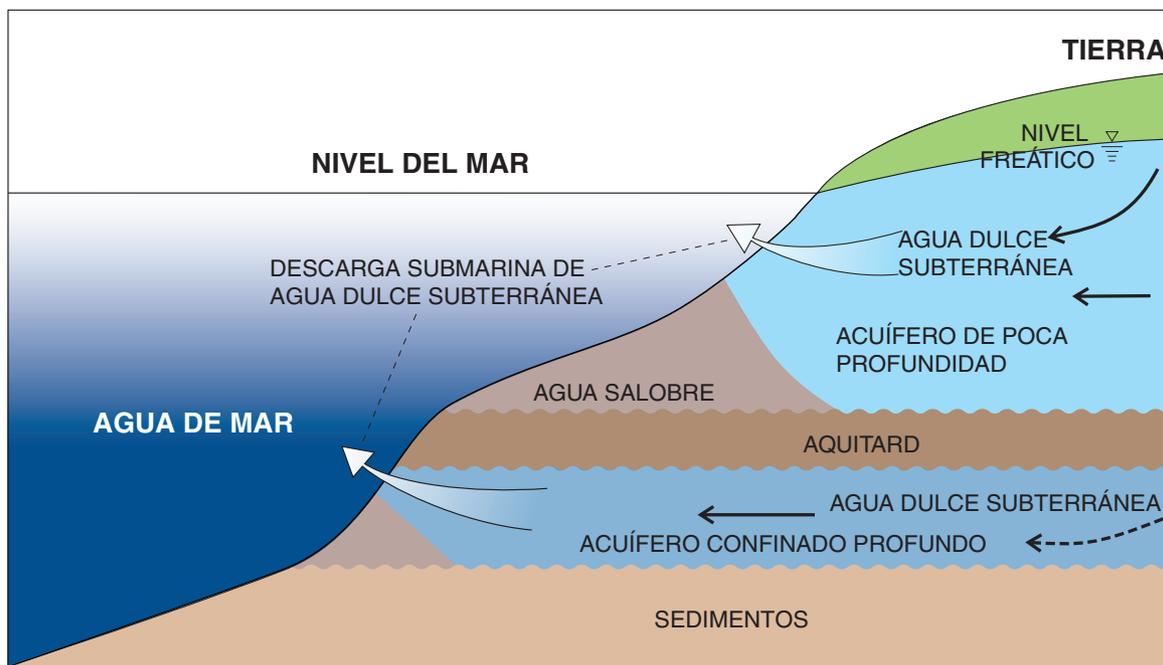


FIG. 3. Representación esquemática del proceso submarino de descarga de las aguas subterráneas.

rablemente la utilización de los datos del GNP y es un poderoso instrumento para evaluar los efectos del cambio climático y los patrones de aprovechamiento de la tierra sobre los recursos hídricos, así como para elaborar estrategias integradas de gestión de explotación de cuencas. Se inició un PCI con el objeto de formular los parámetros de diseño de una red mundial de vigilancia isotópica en ríos (GNIR), que se ejecutará en estrecha colaboración con la OMM y la UNESCO, así como con programas científicos internacionales que realizan actividades en la esfera del balance hídrico a escala continental.

Casi la mitad de toda el agua dulce para uso nacional y riego en todo el mundo se deriva de los acuíferos, lo que vincula la sostenibilidad de los recursos de aguas subterráneas con el desarrollo humano sostenible. (Véase Figura 4). Sin embargo, los recursos hídricos en muchas partes del mundo están sometidos a profunda tensión, como se comprueba por los niveles de agua cada vez más escasos. En una reunión de Grupo Asesor celebrada en cooperación con la UNESCO se examinó la función de los isótopos como indicadores de la sostenibilidad de los recursos de aguas subterráneas. Se señaló en la reunión la función complementaria, pero crítica, de los isótopos para mejorar los métodos de evaluación de la sostenibilidad de las aguas

subterráneas. Esos métodos son muy importantes ya que las actuales estimaciones de los recursos hídricos mundiales son generalmente imprecisas en cuanto a los componentes de las aguas subterráneas, y no se dispone de información sobre la proporción de las masas de aguas subterráneas que son renovables o no renovables. Como medida complementaria de esta reunión se inició un proyecto conjunto con la UNESCO en el que se hará amplio uso de los datos isotópicos de acuíferos de todo el mundo, la mayoría de los cuales se han recopilado en el marco de proyectos del Organismo. El objetivo es mejorar la comprensión de la distribución mundial y las cantidades de aguas subterráneas no renovables, incorporando dicha información en una serie de mapas basados en el Sistema de Información Geográfica.

Aunque se acepta en general el criterio de que el reciente calentamiento global es en gran medida resultado del aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, subsiste incertidumbre en lo que respecta a las relaciones entre los parámetros concretos y los fenómenos climáticos, y a las repercusiones del cambio climático en el ciclo hídrico de la Tierra. La magnitud de los cambios observados en los últimos decenios no parece tener precedentes si se compara con el historial de cambios

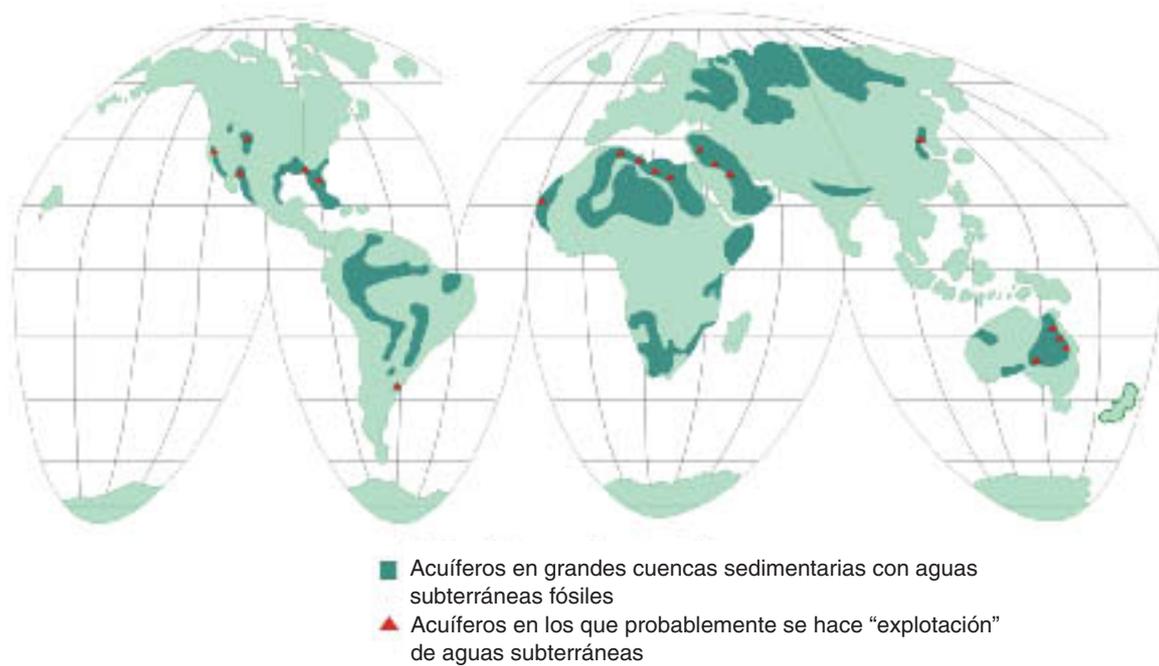


FIG. 4. Distribución mundial de grandes acuíferos con aguas subterráneas fósiles

que ha sufrido el Planeta. La comprensión de las causas de los cambios climáticos ocurridos en el pasado es, en consecuencia, una parte importante de la investigación del cambio climático y los isótopos son una de las herramientas más valiosas para el análisis espacial y temporal de los procesos climáticos pertinentes. En una conferencia internacional organizada por el Organismo en Viena, en abril, se examinó la forma en que se podrían utilizar los isótopos en estudios del cambio ambiental. Se examinaron técnicas isotópicas modernas y sus aplicaciones en la investigación del cambio climático, así como las futuras orientaciones de la investigación. Observando que los isótopos son una herramienta indispensable para la investigación del cambio climático, los participantes en la Conferencia destacaron el hecho de que el Organismo ha desempeñado una función de gran importancia al facilitar la difusión de información y los resultados de investigaciones en relación con los isótopos. Además, el continuado apoyo del Organismo se consideró un factor necesario para realzar el papel de los isótopos en programas internacionales, multidisciplinarios y de gran escala sobre investigación del cambio climático.

Una de las opciones de mitigación aceptadas en el Protocolo de Kyoto para reducir las emisiones de GEI es el secuestro o retención del dióxido de

carbono mediante su disposición final en formaciones geológicas y en el océano. En un examen de la posible función de las técnicas isotópicas y nucleares en el diseño y vigilancia de programas geológicos y oceánicos de secuestro de dióxido de carbono, se encontró que las fugas de embalses de almacenamiento subterráneo profundos eran un motivo de gran inquietud en relación con las operaciones de secuestro de dióxido de carbono, y se requería vigilancia para evaluar la integridad del embalse. Las técnicas isotópicas pueden utilizarse para vigilar la disposición final geológica del dióxido de carbono en acuíferos profundos. Sin embargo, una función similar en los estudios de secuestro oceánico es más difícil ya que requiere una definición más precisa del problema. En cooperación con el Consejo de Investigaciones de Alberta (Canadá), se están llevando a cabo actividades complementarias para demostrar el uso de los isótopos en estudios de secuestro geológico.

Empezó un nuevo proyecto de cooperación técnica regional para la aplicación de técnicas isotópicas en un proyecto del Servicio Financiero Mundial para el Medio Ambiente (GEF) sobre la protección ambiental y el desarrollo sostenible del sistema acuífero del Guaraní en América Latina. El Guaraní es un gran acuífero de agua dulce que atraviesa Argentina, Brasil, Paraguay

y Uruguay, y se espera que los isótopos proporcionen insumos de gran importancia para fortalecer el modelo hidrológico conceptual del acuífero. El proyecto del Guaraní se aprobó para inclusión en el programa de trabajo del GEF en diciembre de 2001, debiendo iniciarse el proyecto de cooperación técnica del Organismo en 2002. Participan también en el proyecto del Guaraní el Banco Mundial y la Organización de Estados Americanos, junto con institutos nacionales.

En otro proyecto de cooperación técnica regional se alcanzaron importantes logros en el desarrollo y perfeccionamiento de la gestión de los recursos de aguas subterráneas en países de África meridional y oriental. Por ejemplo, mediante la aplicación de isótopos de nitrógeno se identificaron las fuentes de contaminación por nitrato en las aguas subterráneas que abastecen la ciudad de Dodoma (República Unida de Tanzania), y los resultados se están utilizando para elaborar criterios en relación con restricciones en el uso de la tierra y protección de las aguas subterráneas. Las autoridades locales de Sudáfrica han señalado que se introducirán cambios en las estrategias de aprovechamiento

de las aguas subterráneas de la zona de la falla de Taaibosch, sobre la base de los resultados de los estudios isotópicos. Estos positivos acontecimientos han acrecentado el interés de las autoridades nacionales de Namibia y de la República Unida de Tanzania en la utilización de las técnicas isotópicas para evaluación de los recursos hídricos. Por otro lado, importantes proyectos internacionales que se llevan a cabo en la región, tales como el proyecto "500 Pozos" en Madagascar y el proyecto de "Evaluación de cuencas hidrográficas" en la República Unida de Tanzania, ambos auspiciados por el Banco Mundial, han integrado en sus programas las aplicaciones isotópicas.

Los proyectos de cooperación técnica del Organismo tratan de promover la utilización de las técnicas nucleares en las actividades de desarrollo de los Estados Miembros. Uno de esos proyectos permitió aumentar la integración de la hidrología isotópica en las prácticas de gestión de los recursos hídricos en China. Uno de los aspectos destacados fue la mayor comunicación y cooperación entre las diversas organizaciones científicas, que poseen una gran capacidad en materia de conocimientos sobre hidrología

**RECUADRO 1: EMPLEO DE TÉCNICAS ISOTÓPICAS PARA UNA GESTIÓN MÁS EFICAZ DE LOS RECURSOS DE AGUA POTABLE**

Uno de los temas principales de un programa de cooperación técnica del Organismo sobre aplicaciones isotópicas para mejorar la gestión de los recursos de agua potable es obtener una mayor fiabilidad en los resultados de los modelos numéricos del flujo de aguas subterráneas y transporte de material soluto mediante el uso de datos isotópicos. Entre los aspectos destacados de este proyecto cabe citar:

- Se logró una mejor comprensión de la recarga de aguas subterráneas y la contaminación del sistema de acuíferos urbanos cerca de Lahore, en Pakistán, donde los datos isotópicos indicaron que el acuífero profundo se recargaba del Río Ravi. Los datos isotópicos se utilizaron luego para constreñir los patrones de flujo de las aguas subterráneas obtenidos de la elaboración de modelos numéricos. Los resultados permiten a las autoridades locales elaborar mejores estrategias de gestión de aguas subterráneas para reducir la contaminación del acuífero, que es la principal fuente de agua potable.
- En Shijiazhuang City, China, se han utilizado análisis de nitrógeno-15 para determinar las fuentes de contaminación por nitrato en las aguas subterráneas de esta zona densamente poblada.
- En Thung Kula Ronghia, región de Tailandia nororiental, se han empleado estudios isotópicos para obtener información sobre el origen, el mecanismo de recarga y la dinámica del flujo de las aguas subterráneas.
- Se utilizó carbono-14 para restringir las estimaciones de las tasas de flujo de las aguas subterráneas derivadas de modelos numéricos. El empleo combinado de datos isotópicos y modelos numéricos ayudó a mejorar la comprensión de la dinámica del flujo de las aguas subterráneas en la región. ■

isotópica, y las entidades que son usuarios finales en China, mediante la formación de un comité nacional de coordinación sobre hidrología isotópica. Este comité organizó un taller sobre la aplicación de las técnicas isotópicas en la evaluación y gestión de los recursos hídricos en China, y publicó sus actas en inglés, con apoyo del Organismo, en una edición especial de la revista *Science in China*. Como resultado de este mayor interés en el tema, el Organismo está prestando asistencia a varios Ministerios en la aplicación de las técnicas isotópicas en proyectos de evaluación y gestión de recursos hídricos subterráneos en la zona noroccidental de China. El Gobierno central está dando gran prioridad a las cuencas de aguas subterráneas de Erdos y Guanzhong, que son relativamente grandes, y que revisten importancia para el desarrollo regional. Como actividad complementaria se solicitó la asistencia técnica del Organismo para la integración de las técnicas isotópicas en la gestión de la interacción ríos-aguas subterráneas en la cuenca del Río Negro.

En una reunión del Organismo con siete representantes nacionales del PHI se formuló un programa de acción para el Programa Internacional Conjunto OIEA-UNESCO sobre los Isótopos en la Hidrología (JIIHP). Se estableció un plan operacional que señalaba varias actividades encaminadas hacia la primera reunión del Comité Directivo del JIIHP, que se celebrará en junio de 2002. Además, en la reunión se fijó un calendario preliminar y se señalaron las prioridades para la integración de las actividades de hidrología isotópica por conducto de los programas nacionales del PHI que serán examinadas por el Comité Directivo.

La urgente necesidad de proporcionar agua potable, limpia y segura a la población mundial ha hecho que los Estados Miembros y las organizaciones internacionales se reúnan en nuevas formas de asociación que procuran maximizar los beneficios de sus actividades. Por ejemplo, el Organismo participó en la Conferencia Internacional sobre el Agua Dulce organizada por Alemania. El objetivo de esta Conferencia era centrar la atención mundial en los problemas relacionados con el abastecimiento de agua dulce y desarrollar un enfoque común para la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible que se celebrará en Johannes-

burg en 2002. En la Declaración Ministerial de la Conferencia se exhortó a realizar mayores esfuerzos para mejorar la base de conocimientos en la esfera de la gestión de los recursos hídricos y se pidió una mayor coordinación de las actividades de las Naciones Unidas en el sector del agua. Estas dos cuestiones constituyen la base de una gran parte del programa del Organismo en la esfera del aprovechamiento de los recursos hídricos.

Otra actividad entre organismos fue un taller organizado por la Comisión Económica para Europa, órgano de las Naciones Unidas, en el que se examinó la función de los isótopos en la protección de los acuíferos que se utilizan para el abastecimiento de agua potable. El objetivo es revisar y mejorar las normas de vigilancia y protección de las aguas subterráneas en la Unión Europea. Entre los resultados de estas actividades cabe citar la decisión de elaborar documentos sobre la utilización de las técnicas isotópicas en la caracterización de zonas de protección para su incorporación en la versión actualizada de las directrices de vigilancia de aguas subterráneas de la Unión Europea.

El Organismo ha desempeñado una importante función en la creación de un cuadro mundial de hidrólogos con capacitación en la esfera de los isótopos. (Véase Figura 5). En el pasado, el Organismo hacía hincapié en la capacitación

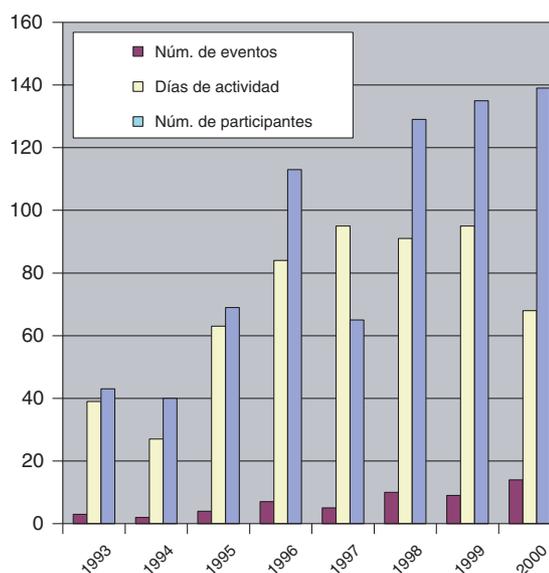


FIG.5. Cursos y talleres de capacitación en hidrología isotópica ofrecidos por el Organismo.

como enseñanza continua, no como parte de una educación formal a nivel universitario. Como resultado de ello, hay una demanda constante de formación de recursos humanos incluso en países en los que el Organismo ha creado capacidad en el pasado. La insuficiente capacitación académica para hidrólogos en la utilización y aplicación de las técnicas isotópicas se ha señalado como una de las principales limitaciones para la integración de la hidrología isotópica en el sector hídrico de muchos países en desarrollo. Como medio de ayudar a superar esos obstáculos, el Organismo prestó asistencia a la Universidad de Roorkee (India) en la organización de un curso de un semestre de duración sobre hidrología isotópica en el marco de un programa de postgrado sobre gestión de recursos hídricos. Dicho curso servirá de modelo para iniciar cursos semejantes en otras partes de Asia. Además, en dos institutos de África se incluirán cursos de hidrología isotópica como parte de sus programas de postgrado.

En una comparación entre laboratorios del Organismo para evaluar la calidad del análisis de tritio en muestras de agua se encontró que las actividades ejecutadas en menos de la mitad de los 86 laboratorios participantes bastaban para las aplicaciones de hidrología isotópica en términos de la exactitud y precisión de las

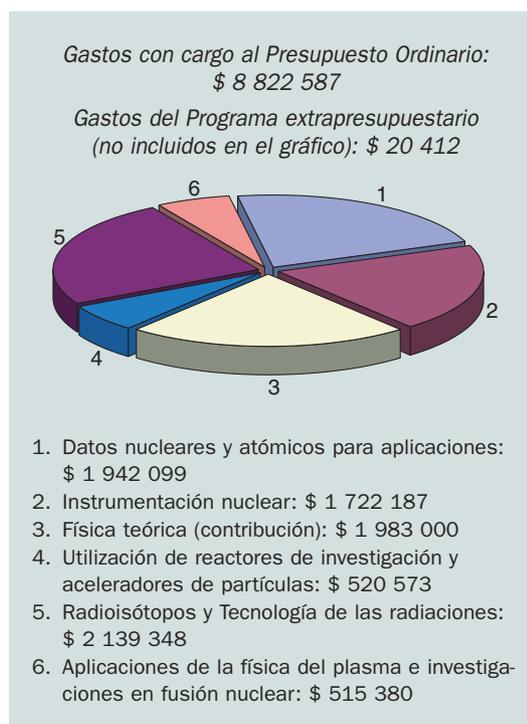
mediciones. Casi un tercio de los laboratorios participantes cometía errores sistemáticos en sus procedimientos analíticos. A raíz de su participación en el ejercicio, 14 laboratorios pudieron identificar y rectificar problemas analíticos internos, como es evidente en la mejora de los resultados que se volvieron a presentar. Además, se registró una mejora general del 10% en la sensibilidad y actuación de los laboratorios participantes, en relación con la última comparación entre laboratorios efectuada en 1995.

Se estableció una red de laboratorios analíticos para prestar asistencia en los análisis de hidrología isotópica para proyectos de cooperación técnica. El propósito de la red es aumentar la participación de los laboratorios de los Estados Miembros en el programa de cooperación técnica del Organismo y reducir la cantidad de análisis de rutina que es necesario efectuar. Actualmente la red incluye siete laboratorios, cuatro de ellos en Estados Miembros en desarrollo. La confrontación continua que hace el Organismo de los resultados analíticos asegura la calidad de los servicios que se prestan. Además, la red garantiza la realización oportuna de los análisis y es un medio de ampliar o mejorar los programas de garantía de calidad de los laboratorios de los Estados Miembros.

# APLICACIONES DE LAS CIENCIAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Aumentar la contribución de un amplio espectro de tecnologías nucleares para satisfacer las necesidades de los Estados Miembros proporcionando datos nucleares y atómicos actualizados, apoyando programas basados en reactores de investigación y aceleradores de partículas, mejorando las capacidades para el desarrollo y utilización de tecnología isotópica y radiológica, las mediciones radioanalíticas y la instrumentación nuclear, promoviendo el uso de tecnologías inocuas para el medio ambiente y basadas en la utilización de radiaciones, y proporcionando un foro para coordinar las investigaciones sobre la fusión en todo el mundo.



## CUESTIONES CLAVE Y ASPECTOS MÁS DESTACADOS

- Se mejoró la presentación y el contenido del sitio web de datos nucleares del Organismo para proporcionar un acceso más fácil a los usuarios. El resultado fue un aumento del 30 % en las recuperaciones de datos del sitio web.
- Las investigaciones realizadas a través de un PCI dieron lugar al desarrollo de una biblioteca de datos nucleares (WIMS-IAEA) para cálculos de reactores de investigación
- Un simposio del Organismo en San Pablo (Brasil) hizo hincapié en el papel de los aceleradores para aplicaciones analíticas, de los materiales y médicas.
- El Organismo facilitó juegos de material didáctico para capacitación en el uso y el mantenimiento de instrumental nuclear empleando microcontroladores y microprocesadores.
- En el marco de un PCI concluido recientemente se elaboraron técnicas de marcación de pequeños péptidos con renio 188 para aplicaciones de radiofármacos.
- El Organismo y la OMS realizaron una labor conjunta dirigida a definir buenas prácticas de producción de radiofármacos, que figurarán en una sección especial de un manual de la OMS sobre productos farmacéuticos.

- El Consejo del ITER (Reactor termonuclear experimental internacional), anunció que habían llegado a término con éxito las Actividades de diseño técnico en julio de 2001. La próxima fase está en marcha e incluye actividades técnicas coordinadas entre las partes en el ITER bajo los auspicios del Organismo.

## DATOS NUCLEARES Y ATÓMICOS PARA APLICACIONES

Los resultados de un PCI que terminó en 2001 se publicaron en el documento técnico *Charged Particle Cross-Section Database for Medical Radioisotope Production Diagnostic Radioisotopes and Monitor Reactions* (IAEA-TECDOC-1211). El documento complementa exhaustivamente la información disponible en el sitio web del Organismo (<http://www-nds.iaea.org/medical>) y presenta secciones eficaces recomendadas de 22 reacciones de monitores de haces y 26 reacciones de producción de radioisótopos que se utilizan en medicina nuclear con fines de diagnóstico. Estos datos recomendados son suficientemente precisos como para satisfacer las demandas de los criterios de producción para aplicaciones de diagnóstico de gran pureza en tomografía computadorizada de emisión de fotones simples y tomografía por emisión de positrones para estudios biofuncionales.

Se finalizó ENDVER, el paquete de apoyo a la verificación de ENDF destinado a exponer el contenido de los Archivos de Datos Nucleares Evaluados (ENDF) y compararlos con los datos experimentales de la base de datos EXFOR (formato de intercambio). Entre otras, tiene la característica particular de poder visualizar y comparar las distribuciones angulares, los espectros de energía y las secciones eficaces doblemente diferenciales. Este paquete de programas informáticos ha sido de gran ayuda en la verificación de datos.

El Sistema de Información sobre Datos Atómicos y Moleculares (AMDIS) se ha perfeccionado mediante la adición de datos exhaustivos sobre la desagregación física con dependencia angular y energética. Estos nuevos datos incluyen los

proyectiles relacionados con la fusión que hacen impacto en el berilio, el carbono, el tungsteno y compuestos conexos. Además, se elaboró y añadió al AMDIS una base de datos amplia para la sublimación mejorada por irradiación (RES) del carbono y los compuestos conexos. Los resultados de esta labor, resumidos en la publicación del Organismo *Atomic and Plasma-Material Interaction Data for Fusion*, señalan la dependencia de la desagregación física y RES de la temperatura del material, la energía del proyectil incidente y el flujo incidente. Se distribuyó asimismo la versión 1.2 de la base de datos internacional sobre el grafito nuclear irradiado, elaborada y mantenida con cargo a financiación extrapresupuestaria. Estas bases de datos son de gran importancia en el diseño de máquinas de investigación de la energía de fusión en las que la interacción de los plasmas con las paredes del reactor es fundamental para el buen funcionamiento de la máquina.

Las actividades encaminadas a producir un motor de búsqueda de datos atómicos basado en Internet se han traducido en la creación de un prototipo de versión que ha sido sometido a múltiples ensayos. La versión inicial del motor de búsqueda, que salió al mercado en diciembre de 2001, funciona en los servidores del Organismo, en el Weizmann Institute of Science (Rehevet, Israel) y en el Centro de Datos GAPHYOR del Centre National de la Recherche Scientifique (Orsay, Francia). Este proyecto se inició en respuesta a las dificultades afrontadas por los usuarios de datos atómicos y moleculares para formular con facilidad la solicitud correcta en varias bases de datos diferentes. El motor de búsqueda permite al usuario formular y transmitir una solicitud en la forma correcta a muchas bases de datos y reunir todos los resultados de la búsqueda para presentarlos simultáneamente, método que permitirá a los autores de modelos del plasma tener acceso a muchos más datos.

La adopción por el Organismo de otros sistemas de gestión de bases de datos relacionales ha mejorado sustancialmente la calidad de sus servicios de datos informatizados. Estos nuevos métodos de almacenamiento y distribución de datos también se ajustan a la política aplicada por el Organismo en materia de tecnología de la información. Por otra parte, se espera que estos sistemas tendrán un impacto importante en la

naturaleza, flexibilidad y costo de todos los servicios de datos nucleares, incluida la elaboración de bases de datos de reacción nuclear en medios que utilizan una combinación de sistemas o multimedia, ya que ofrecerán una solución común para la utilización de distintas plataformas de programas y equipo informáticos y redundarán en un acceso más fácil para los usuarios.

El acceso al servidor de datos nucleares del Organismo para la Internet (<http://www-nds.iaea.org>) se estabilizó durante 2000-2001 a nivel de 15 000 solicitudes por año (véase el Cuadro I y la Fig. 1). No obstante, el total de recuperaciones de datos ha aumentado en 30%, debido principalmente a las necesidades de los clientes de datos procedentes de las bibliotecas de datos de aplicaciones generales y especiales. Estas últimas se están elaborando e introduciendo con éxito mediante varios PCI. Otro aspecto digno de mención es el sostenido aumento del número de solicitudes de los países en desarrollo en 2001. Además, la diagramación y el diseño de la página web se ha mejorado notablemente para facilitar el acceso de los usuarios a los datos. También se han añadido nuevas bibliotecas de datos al sitio, así como paquetes de programas para verificar los ficheros de datos evaluados y para realizar cálculos de modelos de datos nucleares.

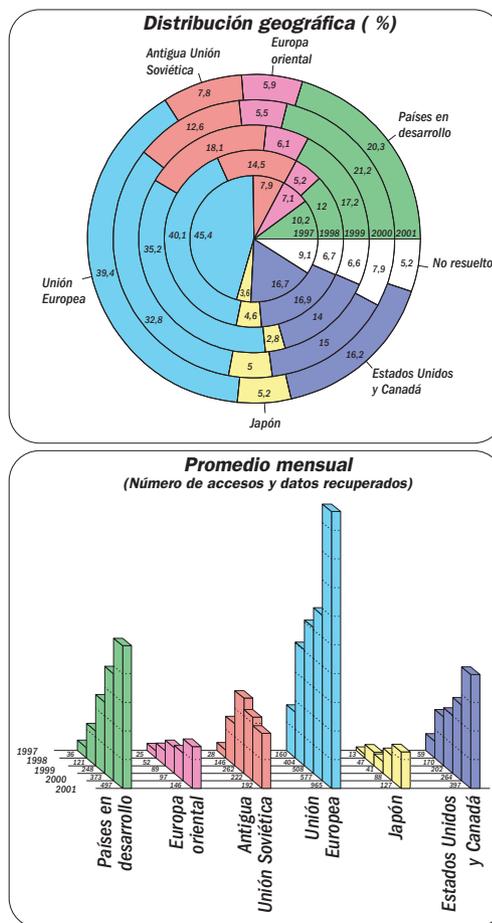


FIG.1. Número de accesos y datos recuperados del sitio web de datos nucleares del Organismo y del servidor espejo ubicado en el Instituto de Energía Nuclear e Investigaciones (IPEN) de Brasil

CUADRO I. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS SERVICIOS DE DATOS

	1997	1998	1999	2000	2001
Datos recuperados a través de la Internet de las principales bases de datos nucleares del Organismo	23	4 276	9 581	9 642	12 894
Accesos a través de la Internet a otros archivos y materiales de información del Organismo	4 400	7 443	7 757	11 472	16 153
Datos nucleares recuperados utilizando TELNET	7 350	2 700	2 180	1 387	550
Información en CD-Rom	—	205	420	648	883
Datos recuperados fuera de línea	1 900	1 995	2 290	2 557	2 231

## INSTRUMENTACIÓN NUCLEAR

Para apoyar el empleo y mantenimiento de instrumentos utilizados para las aplicaciones nucleares en los Estados Miembros, el Organismo elabora y distribuye programas informáticos para espectrometría y juegos de material educativo para el mantenimiento de instrumentos. Se imparten conocimientos y se crean capacidades mediante cursos de capacitación. Por ejemplo, los paquetes de programas informáticos para espectrometría y los espectros de referencia conexos del Organismo ya se encuentran disponibles en su sitio web, y pueden ser bajados por los usuarios. A este respecto, un ejercicio realizado para comparar los paquetes de programas informáticos disponibles en el mercado para el análisis de espectros de emisiones de partículas inducidas por rayos X reveló que es posible seguir mejorando la cuantificación de los resultados a partir de los niveles mínimos de intensidad.

Se elaboraron diversos instrumentos de aprendizaje a distancia para el mantenimiento de instrumentos mediante los proyectos de cooperación técnica del Organismo. Por ejemplo, se inició un PCI con miras a elaborar módulos para la corrección de desperfectos de instrumentos comúnmente utilizados, tales como los contadores de centelleo líquido y para radioinmunoanálisis, y los electrómetros. El PCI tiene como objetivo desarrollar una tecnología para la comunicación de información (ICT) basada en módulos de capacitación, incluidas técnicas de animación y otras técnicas multimedia, como instrumentos de enseñanza que permitan aumentar el número de personal técnico capacitado en los Estados Miembros.

Los laboratorios que participaron en la segunda reunión para coordinar las investigaciones de un PCI sobre la aplicación de técnicas nucleares para la identificación de minas terrestres anti-personales informaron de los adelantos logrados en el realizamiento de los dispositivos de detección portátiles. Indicaron que un sensor manual basado en la retrodispersión de neutrones térmicos era un instrumento prometedor. La labor del Organismo en esta esfera también se presentó en una reunión de la Comisión Europea, celebrada en Bruselas.

Un nuevo PCI sobre la aplicación in situ de la técnica de fluorescencia X (XRF) tiene por objeto: elaborar metodologías de muestreo óptimas; mejorar el comportamiento de los espectrómetros XRF portátiles de campo; y validar procedimientos cuantitativos para el análisis XRF in situ. Los resultados serán provechosos para las aplicaciones en la vigilancia ambiental, la exploración de minerales, la conservación del patrimonio cultural y el control de procesos industriales.

Los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf prestaron apoyo técnico básico para actividades relacionadas con el uso y mantenimiento de la instrumentación nuclear en los Estados Miembros. Entre las actividades clave figuraron:

- Recopilación y suministro de juegos de materiales educativos para la capacitación en el empleo de equipo basado en microcontroladores y microprocesadores.
- Selección, ensayo y utilización de materiales de capacitación basados en TCI para electrónica nuclear básica y para el mantenimiento y la reparación de instrumentos nucleares.
- Creación de una nueva estación de capacitación para la reparación de tarjetas de circuitos impresos.
- Evaluación de nuevos detectores de radiaciones para espectrometría de rayos X y gamma.
- Elaboración de instrumentos para la vigilancia de la contaminación ambiental, dosimetría y estudios agrícolas.
- Desarrollo de un sistema de suministro eléctrico para detectores de derivación de silicona.
- Prestación de asistencia en la creación de centros regionales para el mantenimiento y la reparación de instrumentos nucleares.
- Suministro de orientaciones técnicas a los Estados Miembros sobre el desarrollo y mantenimiento de instrumentos para espectroscopia nuclear.
- Evaluación de la incertidumbre total de la espectrometría XRF dispersiva de energía basada en un tubo de rayos X/objetivo secundario, aplicando la norma ISO.

## UTILIZACIÓN DE REACTORES DE INVESTIGACIÓN Y ACELERADORES DE PARTÍCULAS

El principal resultado de un PCI recientemente concluido y que tenía por objeto actualizar el Plan Winfrith de grupos múltiples mejorado (WIMS) ha sido la puesta a disposición, previa solicitud, de una biblioteca actualizada de secciones eficaces neutrónicas, de grupos múltiples, WIMS-OIEA, junto con cálculos respecto de más de 200 problemas de referencia. Esta biblioteca permitirá mejorar la capacidad para elaborar modelos de la física del núcleo en muchos reactores de investigación.

Para resolver la cuestión de la subutilización de los reactores de investigación, el Organismo ha ayudado a los Estados Miembros a preparar programas de utilización ajustados a las capacidades específicas de los reactores. Esta asistencia se ha prestado mediante la publicación de tres documentos técnicos que sirven de guía para los explotadores de los reactores. Además, en el marco de un proyecto de cooperación técnica se elaboró un plan para la utilización de un nuevo reactor de investigaciones en Nigeria.

El fomento de la enseñanza y capacitación en materia de tecnología nuclear en los Estados Miembros es un aspecto importante del programa de asistencia técnica del Organismo. En un informe preparado por un Comité Técnico se presenta una visión panorámica de las oportunidades para el aprendizaje de la tecnología de los aceleradores y sus aplicaciones. En particular, el informe se centra en el aumento del intercambio de información y el establecimiento de mecanismos para la transferencia de tecnología entre los distintos países, así como en la determinación de las oportunidades y necesidades de capacitación en los países en desarrollo. En el marco de actividades conexas, los proyectos de cooperación técnica del Organismo prestaron asistencia en la adquisición de un acelerador de haces iónicos para la elaboración y el análisis de materiales en la República Árabe Siria, y Tailandia recibió ayuda en la explotación y utilización de aceleradores para la implantación de iones y el análisis de materiales.

En un simposio celebrado en São Paulo, (Brasil) sobre la utilización de aceleradores se examina-

ron los distintos usos de los aceleradores en todo el mundo y las nuevas aplicaciones futuras. También se definieron las esferas a las que van dirigidos los programas de colaboración en materia de I+D apoyados por el Organismo en el campo de las aplicaciones de los aceleradores. Además, se examinó la función de los aceleradores en la nanotecnología, la rehabilitación ambiental y el saneamiento del correo.

## RADISÓTOPOS Y TECNOLOGÍA DE LAS RADIACIONES

Se ha demostrado que las imágenes de receptores del sistema nervioso central (CNS) son muy útiles para el tratamiento de trastornos neurológicos con radiofármacos marcados con isótopos producidos en ciclotrones, a saber, el carbono 11, el flúor 18 y el yodo 123. Sin embargo, estos isótopos son costosos y no son fácilmente asequibles. Un agente para la formación de imágenes de receptores del CNS basado en el tecnecio 99m permitirá el amplio uso de dichas técnicas a un costo asequible. En el marco de un PCI que finalizó en 2001 se estudiaron varios métodos para sintetizar, caracterizar y evaluar moléculas marcadas con tecnecio 99m que ofrecen la posibilidad de formar imágenes de receptores del CNS. Se prepararon complejos de ligandos mezclados con tecnecio 99m y se elaboraron métodos in vitro de enlace de receptores para determinar la afinidad de los receptores y la especificidad de los compuestos, y seguidamente se realizaron estudios in vivo en animales. El PCI consiguió establecer los métodos radioquímicos necesarios para la preparación y evaluación de agentes receptores del CNS basados en tecnecio 99m, lo que podría allanar el terreno para la producción de un radiofármaco adecuado.

Aunque los radioinmunoanálisis (RIA) son ampliamente utilizados en la química clínica también tienen aplicaciones en campos no clínicos, incluida la medicina veterinaria, la reproducción pecuaria, el procesamiento de alimentos y la industria farmacéutica. En 2001, se inició un nuevo PCI con miras a ampliar las capacidades de los laboratorios nacionales para la producción de juegos de RIA para aplicaciones no clínicas. El PCI deberá centrarse en la producción de juegos de RIA en relación con la aflo-

toxina B1, importante contaminante de los alimentos, la atrazina, contaminante ambiental y la progesterona, para aplicaciones veterinarias.

Las buenas prácticas de fabricación, que desde hace mucho tiempo se aplican a los productos farmacéuticos, también se vienen aplicando crecientemente en la fabricación de radiofármacos. Sin embargo, existía la necesidad de contar con directrices internacionales, particularmente para los Estados Miembros en desarrollo. El Organismo y la OMS prepararon conjuntamente dichas directrices, que fueron posteriormente aprobadas por el Comité de Expertos de la OMS en Especificaciones para las Preparaciones Farmacéuticas, en octubre de 2001. Las directrices se publicarán como una sección especial del *GMP Manual for Pharmaceuticals* de la OMS.

En un PCI recientemente terminado, se investigaron varias técnicas de marcado de pequeños péptidos con radionucleidos terapéuticos. En particular, se marcó el péptido lanreotida con renio 188. Esta técnica de marcado también puede emplearse con varios otros péptidos y biomoléculas.

La comunidad científica tomó conciencia de las propiedades toxicológicas variables de las diferentes formas químicas de los oligoelementos hace más de treinta años, cuando emisiones accidentales de determinados compuestos organometálicos causaron graves problemas de salud en las poblaciones que consumieron cultivos procedentes de las zonas afectadas. No obstante, los instrumentos adecuados para la validación de métodos de análisis de la especiación, tales como los materiales de referencia de matrices naturales, no son fácilmente asequibles. Las técnicas analíticas nucleares son particularmente apropiadas para el desarrollo y la validación de métodos, dada su naturaleza no destructiva y su capacidad para utilizar radisótopos a fin de determinar el destino final de los compuestos y elementos. Se pueden introducir compuestos marcados en tejidos biológicos para que actúen de sonda de la misma manera que sus análogos naturales. Por lo tanto, en 2001 se inició un PCI con el fin de validar métodos de análisis de la especiación empleando técnicas nucleares. Su objetivo es difundir el empleo de técnicas de especiación mejoradas en los Estados Miembros afectados por concentraciones de

elementos nocivos en el agua potable, el suelo o la nutrición para supervisar la posible toxicidad de esas concentraciones para sus poblaciones.

Otro PCI, iniciado en 2001, tenía por objeto mejorar los materiales de referencia más conocidos del Organismo a fin de lograr su plena correspondencia con el Sistema Internacional de Unidades en lo que respecta a las concentraciones de radionucleidos. Cinco laboratorios y los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf elaboraron técnicas de medición trazables para los radionucleidos naturales, los productos de fisión y los isótopos transuránicos más importantes en materiales de matrices naturales. Antes de certificar las concentraciones de radionucleidos, se verificó la homogeneidad de los diferentes lotes de materiales de referencia. Se prevé que en 2002 se obtendrán los resultados de las mediciones para la evaluación y certificación de los materiales.

Una de las tareas asignadas a los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf consistió en organizar intercomparaciones y ensayos de idoneidad para los PCI y los proyectos de cooperación técnica. Dos de esos ensayos fueron organizados para un proyecto que incluyó la adición a las muestras de radionucleidos antropógenos emisores de rayos alfa, beta y gamma. Además, se organizó un ensayo de idoneidad muy especializado para ocho laboratorios, que entrañó la preparación de 48 muestras diferentes que constituyeron cuatro matrices (leche, vegetación, suelo y agua) con distintas concentraciones y mezclas de radionucleidos antropógenos y primordiales. Los Laboratorios de Seibersdorf prestaron apoyo técnico al personal de contraparte de los Estados Miembros en la evaluación, interpretación y preparación de los distintos informes y los informes resumidos, así como de los certificados correspondientes a este ensayo de idoneidad.

En 2001, se recibieron pedidos de productos de los Servicios para el Control de Calidad de los Análisis (SCCA) de unos 200 clientes (Cuadro II).

La capacitación y certificación del personal encargado de los ensayos no destructivos (END) es un aspecto importante de todo programa de industrialización nacional. A tales efectos se

**CUADRO II. NÚMERO DE UNIDADES DE LOS PRODUCTOS DE SCCA VENDIDAS EN 2001**

Grupo de sustancias a analizar	Número de unidades vendidas
Radionucleidos	629
Oligoelementos	257
Metilmercurio	17
Contaminantes orgánicos	18
<b>Total</b>	<b>921</b>

preparó una versión revisada de un documento técnico del Organismo (*Training Guidelines in Non-destructive Testing Techniques, 2002 Edition*, IAEA-TECDOC-628/Rev.1). Se espera que la nueva versión ayudará a los usuarios finales de los Estados Miembros en la actualización de sus materiales y programas. Asimismo, desempeñará una función importante en las actividades encaminadas a lograr la armonización internacional en la esfera de los END.

Se concluyó un PCI sobre el empleo del tratamiento por irradiación para la esterilización o descontaminación de productos farmacéuticos y materias primas para productos farmacéuticos. Los resultados de varios estudios y ensayos físico-químicos y farmacológicos indicaron la posibilidad de someter a tratamiento por irradiación medicamentos tales como, la cefotaxima, la amoxicilina, la espiramicina, las tetraciclinas, la ciclofosfamida y las sulfonamidas. En el caso de la trifluorotimidina, la fluorometolona, la deferoxamina y un nuevo péptido, se observó que la radioesterilización era mejor que la esterilización por calor o equivalente a ella. También se demostró la utilidad del tratamiento por irradiación para descontaminar diversas medicinas a base de hierbas y extractos de plantas.

Los vapores y otras emisiones gaseosas procedentes de las actividades industriales suelen contener compuestos orgánicos volátiles tóxicos (COV), entre los cuales figuran, por definición, todos los compuestos orgánicos perjudiciales para la capa de ozono y que se considera que

contribuyen al calentamiento global debido a su permanencia extremadamente larga en la atmósfera. También incluyen los compuestos orgánicos que son materiales peligrosos y causan dolores de cabeza, mareos y dolores de garganta, y los que son carcinógenos. Empleando los servicios de consultores, el Organismo preparó un informe en el que se demostró que la tecnología de haces de electrones es la tecnología de tratamiento que más eficientemente usa la energía en relación con todos los COV, con excepción de los hidrofluorocarbonos. Su ventaja fundamental con respecto a otras tecnologías es que trata bajas concentraciones de COV (<1000 ppm), ya que no se limita a transferir los desechos de un medio a otro (a diferencia de la adsorción por carbono activado o la depuración). También se demostró que es muy prometedora en lo que respecta a la rehabilitación de emplazamientos contaminados y a los gases de escape procedentes de diversas aplicaciones industriales.

En un estudio se evaluaron las ventajas técnicas, económicas y ambientales del tratamiento por irradiación de la celulosa y los subproductos de la madera. Por ejemplo, el tratamiento de la pulpa de celulosa con haces de electrones ofrece un método viable desde el punto de vista técnico y comercial que puede sustituir la fase de envejecimiento, de alto consumo energético, en los procesos convencionales de la viscosa. La reducción significativa del uso de productos químicos y de las emisiones tóxicas es beneficiosa para la industria en el sentido de que reduce los costos de fabricación así como también la contaminación asociada al proceso.

En 2001, se inició un nuevo PCI titulado “Integration of Residence Time Distribution (RTD) Tracing with Computational Fluid Dynamics (CFD) Simulation for Industrial Process Visualization and Optimization” cuyo principal objetivo es la elaboración y validación de un método que permita el análisis y diagnóstico de procesos de ingeniería industrial mediante experimentos con radiotrazadores y modelos de CFD. Se elaborarán protocolos experimentales y códigos de programas informáticos de un método combinado experimental y de cómputo para obtener resultados cuantitativos fiables sobre el comportamiento de los procesos en vasijas industriales y unidades de procesamiento con miras a mejorar y optimizar su diseño y eficiencia.

CUADRO III. REUNIONES DE COMITÉ TÉCNICO DEL ORGANISMO SOBRE FUSIÓN NUCLEAR

Título	Lugar
Control, adquisición de datos y participación a distancia para investigaciones de la fusión	Padua (Italia)
Investigación con empleo de pequeños dispositivos de fusión	São Paulo (Brasil)
Toros esféricos	São Jose dos Campos (Brasil)
Conceptos de divertores	Aix-en Provence (Francia)
Física del modo-H y barreras del transporte	Tokai (Japón)
Propulsores de alta potencia media para energía de fusión inercial	Kioto (Japón)
Partículas energéticas en sistemas de confinamiento magnético	Gothenburg (Suecia)

### INVESTIGACIÓN DE LA FUSIÓN NUCLEAR Y APLICACIONES DE LA FÍSICA DEL PLASMA

En julio de 2001, el Consejo del ITER celebró su última reunión en la Sede del Organismo en la que se destacó la conclusión eficaz de las Actividades de Diseño Técnico realizadas por el equipo central conjunto del ITER y los equipos nacionales de las Partes en el ITER entre 1992 y 2001. Como parte de los preparativos para la construcción del ITER, las actuales Partes en el ITER (el Canadá, la Unión Europea, el Japón, y la Federación de Rusia) han acordado realizar, bajo los auspicios del Organismo, actividades técnicas coordinadas (CTA) que se extenderán hasta finales de 2002. Uno de los objetivos es adaptar el diseño definitivo del ITER a las condiciones específicas del emplazamiento. Posteriormente, se espera que comenzará la Ejecución Conjunta (construcción, explotación y clausura) del Proyecto ITER.

Se inició un nuevo PCI con miras a investigar

aplicaciones del plasma denso magnetizado para aprovechar la fusión nuclear, no sólo como fuente de energía sino también como fuente de radiación intensa. Los plasmas densos magnetizados pueden generarse mediante diversos tipos de dispositivos, entre ellos, dispositivos de estricción, focos, aceleradores del plasma, conmutadores abiertos, chispas y descargas de cátodo hueco. Los plasmas magnetizados pueden ser un medio de encendido más eficiente para producir la fusión.

El Organismo continuó desempeñando un papel catalizador en la investigación de la fusión y el intercambio de información, al auspiciar la celebración de varias reuniones de Comité Técnico (Cuadro III). En la reunión sobre la física del modo-H y las barreras del transporte, se informó que tras la instalación de nuevos divertores, el estelarator Wendelstein 7-AS en Garching, (Alemania) alcanzó las máximas densidades alcanzadas hasta el momento en un experimento sobre confinamiento magnético (hasta  $n_e \sim 4 \times 10^{20} \text{m}^{-3}$ ).



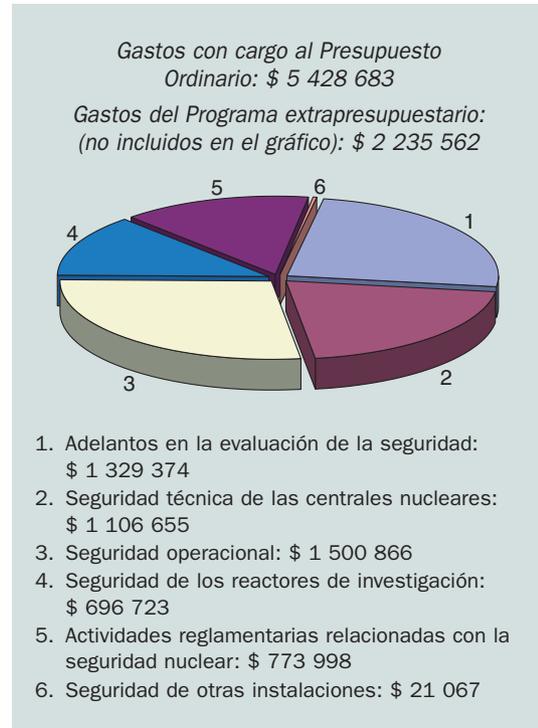


# **Programa del Organismo para 2001: Seguridad**

# SEGURIDAD NUCLEAR

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Lograr y mantener un alto nivel de seguridad en las instalaciones nucleares en fase de diseño, en construcción o en explotación en el mundo entero mediante: el establecimiento de normas de seguridad para la protección de la salud, incluidas normas para los reactores de investigación, los reactores nucleares de potencia y otras instalaciones nucleares que no son reactores; y la adopción de disposiciones para la aplicación de estas normas mediante, entre otras cosas, la prestación de apoyo al programa de cooperación técnica del Organismo, la prestación de servicios, la promoción de la enseñanza y la capacitación, el fomento del intercambio de información y la coordinación de las actividades de investigación y desarrollo.



## CUESTIONES CLAVE Y ASPECTOS MÁS DESTACADOS

- Se publicaron tres guías de seguridad, y otras seis están en proceso de aprobación para su posterior publicación.
- Hubo una demanda continua, y en muchos casos creciente, de los servicios de examen de la seguridad del Organismo. Los resultados de estos exámenes de la seguridad demuestran una mejora general de la seguridad de las centrales nucleares y la aplicación de medidas de seguridad correctoras, así como un aumento de la eficacia y de las capacidades técnicas de los órganos reguladores.
- Se elaboró un plan de acción internacional para mejorar la seguridad de los reactores de investigación.
- Como seguimiento de las reuniones de 1991 y 1998 se celebró en septiembre una Conferencia Internacional sobre cuestiones de actualidad en materia de seguridad nuclear (véase recuadro 1).

## ADELANTOS EN LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD

La Secretaría inició la elaboración de normas de seguridad para instalaciones del ciclo del combustible que no son reactores. Se elaboraron Requisitos de seguridad para instalaciones del ciclo del combustible y de producción de isótopos, y dos Guías de seguridad para instalaciones

de producción de combustible de uranio y de mezcla de óxidos. En los próximos años se tiene previsto publicar otros volúmenes referidos a otros tipos de instalaciones. Las normas relativas a las instalaciones del ciclo del combustible se basan en las normas establecidas para las centrales nucleares, con la adición de los requisitos y orientaciones acordados por consenso internacional sobre cuestiones concretas que

### RECUADRO 1: CREACIÓN DE UN CONSENSO INTERNACIONAL SOBRE CUESTIONES CLAVE EN SEGURIDAD NUCLEAR

En 1991 el Organismo organizó una Conferencia Internacional sobre la seguridad de la energía nucleoelectrónica, prestando especial atención al desarrollo de una estrategia para el futuro. Como medida complementaria se celebró otra conferencia en 1998 para examinar varias cuestiones de interés en la esfera de la seguridad nuclear, radiológica y de los desechos radiactivos. Los Estados Miembros han hecho notables progresos desde entonces en lo que se refiere a mejorar la seguridad de sus centrales nucleares. Sin embargo, subsisten cuestiones que son motivo de inquietud, tales como la seguridad de los reactores de investigación y la seguridad de otras instalaciones del ciclo del combustible nuclear.

Como respuesta, el Organismo convocó una conferencia en septiembre de 2001 para estudiar las siguientes "cuestiones de interés":

- Adopción de decisiones con conocimiento de los riesgos
- Influencia de los factores externos sobre la seguridad
- Seguridad de las instalaciones del ciclo del combustible
- Seguridad de los reactores de investigación
- Indicadores del comportamiento de la seguridad

Hubo amplio acuerdo en la Conferencia en el sentido de que, si existe la capacidad, la adopción de decisiones con conocimiento de los riesgos puede contribuir notablemente a mejorar la seguridad nuclear y el enfoque de dicho aspecto. Con respecto a los factores externos, se observó que en los casos en que el logro de un excelente desempeño operacional era resultado natural de un sólido comportamiento en materia de seguridad, la liberalización del mercado podía mejorar la seguridad. En el caso de las instalaciones del ciclo del combustible, la Conferencia consideró que el desarrollo de normas de seguridad adecuadas era un requisito previo de la prestación de servicios de seguridad adecuados a los Estados Miembros. En relación con la seguridad de los reactores de investigación, hubo acuerdo en que las organizaciones responsables de estos reactores debían elaborar planes estratégicos en cuanto a su futura utilización para ayudar en la adopción de decisiones sobre si convenía, o no, dar por terminadas las operaciones o clausurar los reactores en regímenes de parada prolongados. Se pidió al Organismo que hiciera mayor hincapié en las actividades destinadas a ayudar a los países a crear sus infraestructuras nacionales para programas de enseñanza y capacitación. Se reconoció que, si bien los reactores de investigación están actualmente subutilizados, pueden convertirse en recursos valiosos para la capacitación y la experiencia práctica, especialmente si se utilizan en apoyo de los centros regionales de enseñanza y capacitación. Por último, se consideró un enfoque de tres partes para el desarrollo de una posible estructura para los indicadores del comportamiento de la seguridad, enfoque que atendería en primer lugar a las necesidades de la instalación nuclear, luego a las de las entidades reguladoras, y posteriormente a las del público. Hubo consenso en el sentido de que el Organismo debía continuar sus actividades para garantizar que las definiciones de los indicadores de la seguridad permitan su utilización eficaz en las centrales nucleares, los reactores de investigación y otras instalaciones del ciclo del combustible. ■

guardan relación con los distintos tipos de instalaciones.

A la luz de la utilización cada vez mayor de los análisis probabilistas de la seguridad (APS) por explotadores y reguladores en apoyo de sus decisiones relacionadas con la seguridad, las actividades del Organismo en esa esfera se orientan a promover una mejor calidad y coherencia en los APS como requisito previo para su utilización en la adopción de decisiones. En colaboración con la AEN de la OCDE se elaboraron guías de examen reglamentario de los APS de niveles 1, 2 y 3, se prestó asesoramiento y capacitación sobre el modo de alcanzar coherencia y calidad en los APS, realizándose ejercicios de intercomparación para reactores WWER-1000 y PHWR. También se alcanzaron notables progresos en relación con un documento técnico sobre los métodos, requisitos y aplicaciones de los APS para la adopción de decisiones con conocimiento de los riesgos, que se publicará en 2002.

Para apoyar a los Estados Miembros en sus tareas de elaboración y utilización de APS, el Organismo celebró talleres y actividades de capacitación, incluidos monitores de riesgo (un instrumento de análisis en tiempo real especialmente diseñado para centrales) y un APS de nivel 2. Se realizaron seis misiones del Grupo internacional de examen de la evaluación probabilista de la seguridad (IPSART), para analizar los APS y proporcionar orientaciones sobre la utilización de los resultados. Aunque los resultados de estos exámenes dependen de los distintos estudios, las deficiencias se refieren, en general, a la estimación de las frecuencias de los sucesos iniciadores, la determinación y elaboración de modelos de errores humanos y fallos debidos a causa común y la exhaustividad de la información y el proceso de selección para el análisis de incendios. También se determinaron deficiencias comunes en los procesos de garantía de calidad del APS y en la preparación de la documentación de apoyo.

El nuevo servicio de Examen de los programas de gestión de accidentes (RAMP) tiene por objeto ayudar a los Estados Miembros en el desarrollo y aplicación de programas eficaces de gestión de accidentes, diseñados específicamente para las centrales y compatibles con las normas de seguridad del Organismo. Una

misión piloto visitó la central nuclear de Krško, en Eslovenia, en noviembre de 2001 con el objeto de examinar la exhaustividad, coherencia y calidad del programa de gestión de accidentes de la central, incluidos los recursos humanos y materiales, la interrelación con otras actividades de la central y disposiciones para casos de emergencia, y las cualificaciones y capacitación del personal de la central. La misión encontró que el programa se había desarrollado y aplicado con éxito, siguiendo en gran medida las orientaciones del Organismo y la buena práctica internacional. El grupo integrante de la misión señaló cierto número de características positivas y formuló recomendaciones con respecto a esferas en las que se podía efectuar mejoras. Las lecciones aprendidas durante la misión piloto se utilizarán para continuar mejorando la metodología y las directrices de examen de este servicio.

Un programa extrapresupuestario sobre la seguridad de las instalaciones nucleares continuó prestando asistencia a China, Filipinas, Indonesia, Malasia, Tailandia y Viet Nam, con contribuciones aportadas por Alemania, España, Estados Unidos de América, Francia, Japón y la República de Corea. El objetivo es fortalecer la infraestructura de seguridad y la seguridad de las centrales nucleares y de los reactores de investigación de la región, y particularmente contribuir a la formación de recursos humanos y a mejorar las capacidades técnicas de las autoridades reguladoras y organizaciones de apoyo. En China, misiones de expertos visitaron la recientemente construida central nuclear de Tianwan (diseño WWER-1000), y examinaron el diseño en relación con la mitigación de accidentes graves, el sistema de protección del reactor y la sala de control, y la validación y verificación de los programas informáticos de seguridad. Los exámenes, previstos para servir de capacitación para las organizaciones chinas, contaron con la participación de expertos de las empresas rusas y alemanas que están diseñando los sistemas de control y de instrumentos, así como otros sistemas para la central nuclear. Se examinaron los informes de análisis de la seguridad de los reactores de investigación de Malasia, Tailandia y Viet Nam con el propósito de mejorar el ámbito y la calidad técnica de los informes. Además, un Grupo Internacional de Examen de la Situación Reglamentaria visitó Tailandia para examinar

las prácticas del órgano regulador y formular recomendaciones para fortalecer su eficacia.

## SEGURIDAD TÉCNICA DE LAS CENTRALES NUCLEARES

En 2001 se publicó una Guía de seguridad, *Safety Assessment and Verification for Nuclear Power Plants*, que fue la segunda de una serie de Guías que complementan los nuevos Requisitos de seguridad para el diseño publicados en 2000. Otra Guía de seguridad, *Instrumentation and Control Systems Important to Safety in Nuclear Power Plants*, está por publicarse; otras nueve Guías sobre seguridad en el diseño están también en proceso de elaboración.

Los servicios de examen de la seguridad del diseño han cobrado gran importancia recientemente, tanto en lo que se refiere a nuevos diseños como a las centrales nucleares existentes. Hay una serie de proyectos en marcha, en relación con los cuales se ha efectuado este tipo de exámenes. En el marco de un proyecto de cooperación técnica, se está examinando el Informe preliminar de análisis de la seguridad (PSAR) relativo a la central nuclear de Bushehr en la República Islámica del Irán. El diseño de esta central es exclusivo: se han utilizado las estructuras de las obras civiles de un PWR parcialmente construido para alojar un reactor WWER-1000. Dichas estructuras se han reparado por haber sufrido daños causados por las guerras. Además de este apoyo al explotador, hay otro proyecto de cooperación técnica por el que también se presta apoyo al regulador: en 2001 se celebraron seis reuniones con el órgano regulador – en Teherán, Moscú y Viena – en las que se prestó asesoramiento sobre legislación en la esfera nuclear, se examinaron varias partes del PSAR y del informe sobre la evaluación del impacto ambiental, examinándose también el programa de capacitación del órgano regulador. Además, un delegado iraní participó como observador en una misión del Grupo de examen de la seguridad operacional (OSART), y se llevó a cabo un taller sobre análisis de accidentes.

En junio de 2001 el Organismo realizó un examen de la seguridad del diseño del proyecto LWR para la República Popular Democrática de Corea, a petición de la Organización para el

Desarrollo Energético de la Península de Corea (KEDO). Dicho examen abarcó todos los aspectos del emplazamiento y diseño de la central, verificándose el cumplimiento de las normas de seguridad del Organismo y prácticas internacionales con respecto al diseño. Se formularon observaciones y recomendaciones para mejorar la seguridad de la central y su documentación. Dos grupos, trabajando en forma paralela, examinaron el PSAR y la evaluación del emplazamiento, incluidos el impacto radiológico ambiental y los riesgos externos. El diseño está basado en la tecnología y el comportamiento comprobados del diseño de referencia (Ulchin 3 y 4 en la República de Corea), e incluye las mejoras de diseño más recientes efectuadas para Ulchin 5 y 6. Se llegó a la conclusión de que el emplazamiento de Kumho no poseía características que lo hicieran inaceptable desde el punto de vista de la seguridad nuclear o radiológica. Sin embargo, se formularon algunas recomendaciones en varias esferas, incluida una mayor investigación de la situación sísmica.

La última misión de examen de la seguridad en 2001 se efectuó en la central nuclear de Temelín, en la República Checa, en el mes de noviembre, y se examinó allí la solución dada a los problemas de seguridad identificados por el Organismo cuando realizó una misión similar en 1996. La misión de expertos se ocupó tanto de las cuestiones planteadas por el Organismo como de las señaladas en años recientes por otras partes interesadas. Debido a la reciente misión OSART llevada a cabo en Temelín, el examen no incluyó las cuestiones relacionadas con la seguridad operacional. Los expertos llegaron a la conclusión de que la mayoría de las cuestiones de seguridad del diseño que se habían señalado como pertinentes para los reactores de la central de diseño genérico de Temelín se habían examinado y resuelto, y que estaba por concluir la labor en relación con las pocas cuestiones pendientes. En opinión de los expertos estas cuestiones no impedirían el funcionamiento seguro de Temelín.

Un documento técnico (IAEA-TECDOC-1235) publicado en 2001, se ocupa de los aspectos relativos a la seguridad y la concesión de licencias para centrales nucleares acopladas a plantas de desalación de agua de mar y de la base para evaluar la seguridad de esas centrales. También

propone un enfoque genérico para la elaboración de los requisitos de seguridad para reactores con características de seguridad especiales o de un tamaño más pequeño en comparación con las centrales nucleares. Este enfoque está encaminado a generar los requisitos de seguridad en el diseño de todo tipo de reactores nucleares, empezando por los de las centrales nucleares.

Los servicios de examen de la seguridad sísmica continúan ocupándose, tanto de la aplicación de la reevaluación sísmica de centrales nucleares existentes como de proyectos de emplazamiento más generales, incluidas instalaciones que no son centrales eléctricas. Por conducto de una misión realizada en mayo en la central nuclear de Armenia, se prestó asesoramiento sobre la segunda fase de un programa de reevaluación sísmica para la central, incluido el papel que podría desempeñar el APS en el programa.

Con la publicación de un documento técnico (IAEA-TECDOC-1197) sobre conjuntos de combustible para reactores CANDU, se completó una serie de informes sobre la evaluación y gestión del envejecimiento de importantes componentes de centrales nucleares, que tienen mucho que ver con la seguridad. En esta serie se exponen las prácticas corrientes para la evaluación de los márgenes de seguridad (adecuación para el servicio) y la inspección, vigilancia y mitigación de la degradación por envejecimiento de determinados componentes de reactores CANDU, BWR, y PWR (incluidos los WWER de diseño soviético). Estas prácticas tienen por objeto garantizar la explotación segura de las centrales nucleares y ofrecen también una base técnica común para el diálogo entre los explotadores de las centrales y los reguladores en el momento de tratar los asuntos relacionados con las licencias

La fisuración intergranular por tensocorrosión de las tuberías de acero inoxidable es un problema de seguridad en el caso de los BWR. El objetivo de un programa extrapresupuestario sobre la mitigación de ese tipo de fisuración de las tuberías austeníticas de acero inoxidable de los reactores RBMK es ayudar a los países que tienen ese tipo de reactores a establecer programas de mitigación eficaces mediante la transferencia de tecnología y el suministro de capacitación y orientación. El programa está ingresando

a su etapa final. Entre los logros más importantes de 2001 se cuentan: adaptación de procedimientos de dimensionamiento de las pruebas ultrasónicas para utilizarlas en reactores RBMK; capacitación de explotadores de RBMK en pruebas ultrasónicas avanzadas; desarrollo de un procedimiento de cualificación de pruebas ultrasónicas para un estudio piloto; desarrollo de un sistema de inspección basado en los riesgos para la central nuclear de Ignalina en Lituania; transferencia de tecnología y capacitación en relación con técnicas de reparación; y formulación de orientaciones para mejorar la vigilancia y el control de la química del agua.

## **SEGURIDAD OPERACIONAL**

En 2001 se publicaron dos Guías de seguridad en apoyo de los Requisitos de seguridad para la explotación de centrales nucleares que se habían publicado en 2000. Las nuevas Guías tratan sobre modificaciones de las centrales nucleares y la entidad explotadora. En 2002 se publicarán otras tres Guías de seguridad en la esfera de la seguridad operacional, y cuatro más están en proceso de elaboración.

Los servicios de seguridad operacional del Organismo se están perfeccionando para atender mejor a los retos actuales y futuros que han sido señalados por los Estados Miembros por medio de estos servicios. Se recibió un mayor número de peticiones de las compañías eléctricas y entidades reguladoras en relación con metodologías para la autoevaluación de procesos de gestión y la cultura de la seguridad, y se ha registrado también una mayor demanda de asistencia en esferas en las que se necesita efectuar mejoras, según se indica en las evaluaciones.

La impresión general recogida a través de las misiones OSART es que los directores de las centrales tienen la firme intención de mejorar la seguridad operacional y fiabilidad de sus centrales. En las misiones se señalaron varios ejemplos de buenas prácticas y se formularon recomendaciones y sugerencias para mejorar la seguridad operacional. Los resultados de cada misión se ponen a disposición de la industria nuclear y sus autoridades reguladoras a través de una base de datos denominada OSMIR. Misiones de seguimiento efectuadas en los últi-

mos años han confirmado que los servicios de seguridad operacional, tales como OSART, ayudan a los Estados Miembros a alcanzar y mantener un elevado nivel de seguridad en sus operaciones. En promedio, la tasa de cumplimiento de las recomendaciones del Organismo ha mejorado en los últimos cinco años, pasando del 80% a más del 90%.

Recientemente, en consulta con los Estados Miembros, el Organismo estableció el Servicio de examen por homólogos de la experiencia en el comportamiento de la seguridad operacional, conocido como PROSPER. Durante el año finalizó la labor de preparación de las directrices para el PROSPER. Otro servicio, el Programa de promoción de la cultura de la seguridad (SCEP), presta apoyo a los Estados Miembros en sus actividades para desarrollar una sólida cultura de la seguridad en sus organizaciones. Los servicios SCEP pueden adaptarse a las necesidades de una determinada organización, que tal vez requiera apoyo sólo en ciertas etapas del proceso. El apoyo SCEP que se presta actualmente a Electronuclear, en el Brasil, ha servido de base para el continuado desarrollo de estos servicios. La experiencia adquirida está permitiendo elaborar orientaciones sobre la manera de aplicar dicho programa. Se ha dado inicio también a un servicio SCEP de gran alcance en la central nuclear de Laguna Verde de México, y en las instalaciones del ciclo del combustible en Industrias Nucleares del Brasil.

## SEGURIDAD DE LOS REACTORES DE INVESTIGACIÓN

En respuesta a una resolución de la Conferencia General de 2000, la Junta de Gobernadores dio su apoyo a la propuesta de la Secretaría relativa a un plan internacional para mejorar la seguridad de los reactores de investigación, encaminado a fortalecer la seguridad, la vigilancia de la seguridad y la supervisión reglamentaria de los reactores de investigación en todo el mundo. En este plan se pide al Organismo que:

- realice de una encuesta sobre la seguridad de los reactores de investigación en los Estados Miembros;
- prepare un código de conducta sobre la seguridad de los reactores de investigación

- con miras a establecer las características deseables para la gestión de la seguridad;
- estudie los posibles medios para fortalecer el sistema de vigilancia de la seguridad de los reactores de investigación, teniendo en cuenta la experiencia de las organizaciones que realizan actividades en otras esferas.

Está aumentando el número de peticiones para la realización de misiones de Evaluación integrada de la seguridad de reactores de investigación (INSARR). En 2001 una misión efectuada a Grecia examinó los aspectos de seguridad operacional del reactor de investigación GRR-1 (“Demokritos”) y llegó a las siguientes conclusiones: en general, el reactor está en condiciones buenas y opera sin riesgos, y la organización explotadora cuenta con los recursos humanos y financieros necesarios para mantener el buen funcionamiento de la instalación. Se señalaron una serie de buenas prácticas y se formularon recomendaciones para corregir varias deficiencias y aprovechar oportunidades para alcanzar mejoras. En una misión efectuada en mayo-junio de 2001 a Australia se examinó el PSAR para el reactor de investigación de sustitución que se construirá en Lucas Heights (en reemplazo del reactor de investigación que se encuentra en ese emplazamiento). Esta fue una medida complementaria de un examen de la declaración relativa al impacto ambiental del reactor, efectuado por el Organismo en 1998. Se señaló que todas las recomendaciones efectuadas entonces habían sido atendidas en el PSAR. Se formularon nuevas recomendaciones sobre mejoras, pero en términos generales el examen llegó a la conclusión de que el PSAR reflejaba el diseño con precisión y eficacia, se había elaborado utilizando las normas de seguridad del Organismo, reflejaba las buenas prácticas Internacionales vigentes y era una base adecuada para fines de concesión de licencias.

En virtud de los acuerdos de suministro y sobre proyectos concertados con los Estados Miembros, el Organismo tiene una responsabilidad particular en lo que atañe a la seguridad de los reactores de investigación. La Conferencia General en su resolución GC(44)/RES/14 pidió a la Secretaría que continuara vigilando estrechamente los reactores de investigación sometidos a ese tipo de acuerdos. En consecuencia,

siete misiones de examen de la seguridad visitaron reactores de investigación durante el año.

El sistema de notificación de incidentes en reactores de investigación (IRSRR) tiene 31 países participantes, que representan a una gran mayoría de los reactores de investigación del mundo. En noviembre se celebró en Lisboa la segunda reunión de los coordinadores nacionales del IRSRR. Se demostró una versión experimental de los programas informáticos del sistema de la notificación de incidentes, y los participantes presentaron informes de incidentes para su inclusión en la base de datos. Un taller sobre el comportamiento humano fue también parte de la reunión.

### ACTIVIDADES DE REGLAMENTACIÓN RELACIONADAS CON LA SEGURIDAD NUCLEAR

El servicio de Grupos internacionales de examen de la situación reglamentaria (IRRT) estudia la eficacia de los órganos reguladores e intercambia información y experiencia. Muchas de las recomendaciones sobre aplicación específica a las circunstancias nacionales de que se trata. Sin embargo, también se plantean algunas cuestiones de interés más general. En un examen de informes de siete misiones IRRT de amplio alcance se señalaron esferas en las que era necesario realizar mayores esfuerzos para mejorar la eficacia de reglamentación (véase Figura 1).

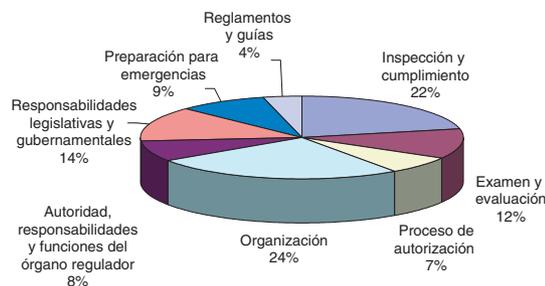


FIG. 1. Distribución de recomendaciones de siete misiones de IRRT de gran alcance.

El Sistema de Notificación de Incidentes (IRS), que funciona conjuntamente con la AEN de la OCDE, intercambia información sobre sucesos inusuales en centrales nucleares y contribuye a aumentar el conocimiento de los problemas reales y potenciales relativos a la seguridad. Como se indica en la figura 2, en 2001 los países participantes presentaron 76 informes. Por segundo año consecutivo, esta cifra está en el extremo inferior de la escala prevista. Mediante un cuestionario que se remitirá a los coordinadores del IRS se tratará de determinar los posibles problemas en la notificación, tras lo cual la Secretaría formulará recomendaciones para los países participantes.

Se completaron dos estudios IRS – uno sobre incidentes ocasionados por la pérdida de los conocimientos y la memoria institucionales, y otro sobre sucesos que indicaban el incumpli-

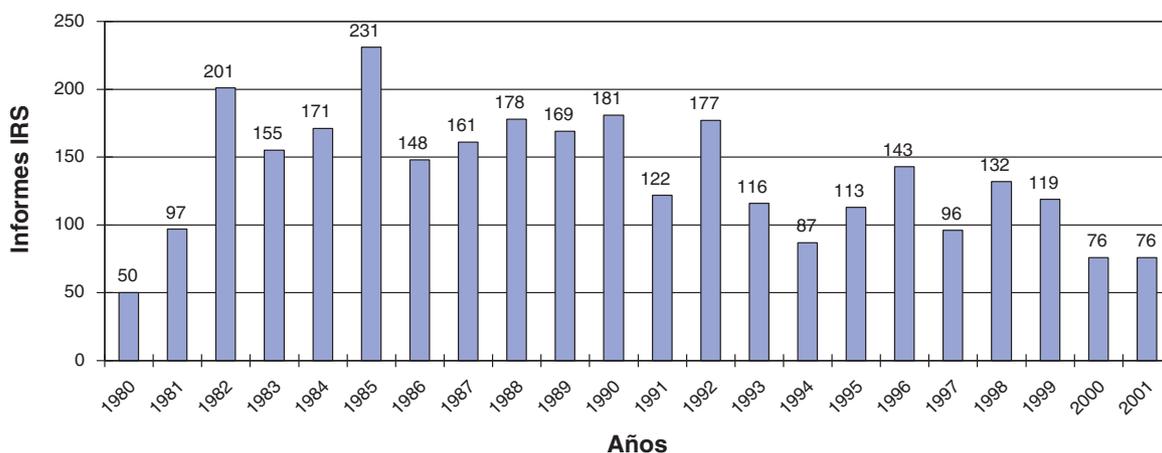


Figura 2. Número de sucesos notificados al IRS, 1980-2001.

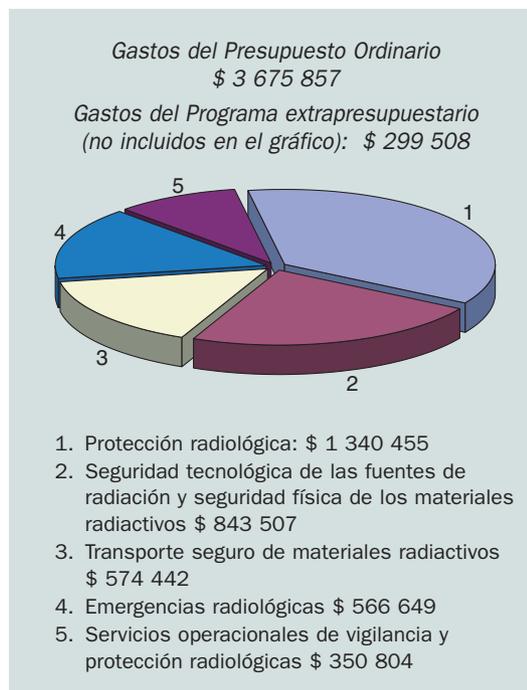
miento de los límites y condiciones operacionales (LCO). En el primer estudio se llegó a conclusiones sobre determinadas esferas. En términos más generales, el procedimiento de análisis de los sucesos ayudó a concebir ideas para mejoras en esferas tales como: determinación y utilización de la información sobre los sucesos para evitar la pérdida de conocimientos; utilización de la información sobre los sucesos para garantizar un mejor aprovechamiento de las lecciones aprendidas de otros sucesos; y disminución en la repetición de los sucesos, especialmente al poder efectuar comparaciones entre diferentes sucesos. En el segundo estudio se encontró que la mayoría de los sucesos se relacionaban con deficiencias en factores huma-

nos y deficiencias de los procedimientos más que con deficiencias en los propios LCO. Entre otras conclusiones se destacó la importancia de los ensayos funcionales después de las actividades de mantenimiento para garantizar que el equipo se encuentre en buen estado de funcionamiento; de subrayar explícitamente los valores de los LCO en los procedimientos y ofrecer indicaciones visuales de los LCO en la instrumentación de vigilancia, así como de que los explotadores cumplan estrictamente con los LCO. Se reconoció, sin embargo, que las presiones competitivas pueden alentar a los explotadores a trabajar más cerca de los límites, lo que puede dar como resultado un mayor número de sucesos de este tipo en el futuro.

# SEGURIDAD RADIOLÓGICA

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Establecer, en consulta y, cuando proceda, en colaboración con los órganos competentes de las Naciones Unidas y con los organismos especializados interesados, normas de seguridad para la protección de la salud, incluidas normas relativas a la protección radiológica, la seguridad tecnológica de las fuentes de radiación, la seguridad física de los materiales radiactivos, y el transporte seguro de materiales radiactivos; disponer lo necesario para la aplicación de esas normas mediante, entre otras cosas, la prestación de apoyo al programa de cooperación técnica del Organismo, el suministro de servicios, la promoción de la enseñanza y la capacitación, el fomento del intercambio de información, y la coordinación de la investigación y el desarrollo - todo ello en la esfera de la seguridad radiológica; prestar servicios en relación con la Convención sobre la pronta notificación y la Convención sobre asistencias, y lograr un nivel adecuado de seguridad radiológica en las operaciones del Organismo.



## CUESTIONES CLAVE Y ASPECTOS MÁS DESTACADOS

- Se actualizó el Plan de Acción relativo a la seguridad tecnológica de las fuentes de radiación y a la seguridad física de los materiales radiactivos para tener en cuenta las recomendaciones de la conferencia de reguladores nacionales celebrada por el Organismo en Buenos Aires, en diciembre de 2000.
- En una conferencia del Organismo sobre la protección radiológica de los pacientes, celebrada en Málaga (España), se recomendó que se convocara un grupo de expertos para que elaboraran un plan de acción internacional en esta esfera.
- Se acordaron las propuestas de cambios del Reglamento del Transporte del Organismo, y se tiene previsto publicar en 2003 una edición actualizada del mismo.
- Representantes de las autoridades competentes de los Estados Miembros examinaron el mecanismo para responder a emergencias nucleares y radiológicas.
- Se examinaron los logros del proyecto modelo de cooperación técnica del Organismo sobre mejoramiento de la infraestructura de protección radiológica. Como resultado de este examen se dividió el proyecto en dos partes: una que se centra en los elementos infraestructurales más básicos y, otra, en los hitos más avanzados.

- Se inició un nuevo Servicio de evaluación de la protección radiológica ocupacional y se realizó el primer examen.

## PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

En un documento técnico, publicado en 2001 y titulado *Assessment by Peer Review of the Effectiveness of a Regulatory Programme for Radiation Safety* (IAEA-TECDOC-1217), se establece una metodología por la que se puede evaluar la situación de un programa de reglamentación de la seguridad radiológica, a fin de determinar las esferas en las que es necesario o útil realizar mejoras. Esta metodología comenzó a desarrollarse entre 1997 y 1999, y se afinó posteriormente sobre la base de la experiencia adquirida durante las misiones de examen por homólogos del Organismo en 1999 y 2000. En 2001, se enviaron misiones de examen por homólogos de las Infraestructuras de Regulación de la Seguridad Radiológica (RSRI) a Filipinas, Níger, Tailandia y Venezuela.

En 1995 se inició el proyecto modelo de cooperación técnica sobre mejoramiento de la infraestructura de protección radiológica con el fin de prestar asistencia a los Estados Miembros en el establecimiento de los elementos infraestructurales que se consideran requisitos previos para la aplicación de las disposiciones de las Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación (NBS). En noviembre, la Secretaría informó a la Junta de Gobernadores sobre la ejecución del proyecto modelo entre 1995 y 2001. Los niveles de consecución, por los 52 Estados participantes, del hito 1, la infraestructura jurídica y reguladora básica para el control de las fuentes de radiación, y del hito 2, un sistema para el control de la exposición ocupacional a las radiaciones, fueron mucho más bajos de lo que se esperaba inicialmente. Aunque se habían previsto varias dificultades, en algunos casos se subestimó el tiempo necesario para vencerlas. La Secretaría ha informado a los Estados Miembros participantes que no se propondrían a la Junta de Gobernadores nuevos proyectos de cooperación técnica relacionados con el uso de fuentes de radiación como proyectos plenamente financiados hasta que los Estados hayan alcanzado estos

dos hitos. A este respecto, en 2001 se iniciaron nuevos proyectos de cooperación técnica para ayudar a los Estados Miembros a alcanzar estos hitos. En cada región, a saber, Europa, América Latina, África, Asia occidental y Asia oriental y el Pacífico un proyecto se ocupa de los hitos 1 y 2, mientras que los demás guardan relación con los hitos 3 a 5 (sistemas para controlar la exposición médica y la exposición del público y sistemas de preparación y respuesta para casos de emergencia). Además, otros 29 Estados Miembros han solicitado asistencia a través de estos nuevos proyectos.

Las actividades médicas que entrañan el uso de la radiación ionizante representan aproximadamente el 95% de los casos de exposición de seres humanos a fuentes artificiales de radiación. Además, durante el tratamiento médico con radiaciones se siguen produciendo de vez en cuando accidentes, con consecuencias graves y, a veces, mortales. En una conferencia sobre la protección radiológica de los pacientes en radiología de diagnóstico e intervención, medicina nuclear y radioterapia, celebrada en Málaga (España) en marzo, se confirmó que es posible reducir los riesgos radiológicos relacionados con los usos de la radiación para fines terapéuticos y de diagnóstico sin que se reduzcan los beneficios médicos. La conferencia llegó a la conclusión general de que “ las organizaciones internacionales competentes deberían convocar un grupo de expertos, incluidos expertos de sociedades profesionales y órganos reguladores, con la tarea de formular un plan de acción basado en las conclusiones de la conferencia, para los futuros trabajos relacionados con la protección radiológica de los pacientes” La Junta de Gobernadores y la Conferencia General refrendaron esta conclusión; el plan de acción se elaborará en 2002.

En virtud de las disposiciones de la Convención sobre asistencia en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica, los Estados Miembros pueden pedir al Organismo que les preste apoyo y asistencia y que realice investigaciones de seguimiento en caso de un accidente radiológico. En respuesta, el Organismo publicó un informe titulado *Investigation of an Accidental Exposure of Radiotherapy Patients in Panama*. Compilado por un grupo de expertos, el informe contiene la evaluación de un accidente radiológico que

condujo a la grave sobreexposición de 28 pacientes de radioterapia en Panamá. Como consecuencia de un error de cálculo en la entrada de datos de un plan de tratamiento, de agosto de 2000 a febrero de 2001, se trató a los pacientes con dosis de hasta 100% más elevadas que las prescritas. El informe evalúa las dosis recibidas, proporciona una evaluación médica del pronóstico y tratamiento de los pacientes afectados y presenta varios resultados, conclusiones y enseñanzas que deben desprenderse. Asimismo, el Organismo publicó material de asesoramiento para los Estados Miembros, en el que se describen las causas del accidente.

### **SEGURIDAD TECNOLÓGICA DE LAS FUENTES DE RADIACIÓN Y SEGURIDAD FÍSICA DE LOS MATERIALES RADIATIVOS**

A petición de la Junta de Gobernadores, se revisó el “Plan de acción del Organismo relativo a la seguridad tecnológica y física de las fuentes de radiación”, teniendo en cuenta las conclusiones de una conferencia del Organismo sobre autoridades reguladoras nacionales con competencia en la seguridad tecnológica de las fuentes de radiación y la seguridad física de los materiales radiactivos, que se celebró en Buenos Aires en diciembre de 2000. Además de ajustarse o destacarse las actividades en marcha, se añadieron algunas nuevas tareas. Varias de ellas están destinadas a mejorar el intercambio de información y experiencias sobre varios temas abarcados por el plan de acción entre el Organismo, los órganos reguladores, los fabricantes y suministradores de fuentes, y los usuarios de éstas. Otras de las nuevas tareas hacen hincapié en la promoción de la autoevaluación de las disposiciones e infraestructura en materia de protección por parte de los Estados y de la asistencia mutua entre ellos, el examen de la utilización del sistema del Organismo para la clasificación de las fuentes en categorías, el suministro de mayor orientación y asistencia a los Estados Miembros respecto de la localización de las fuentes huérfanas y la respuesta a emergencias, y la racionalización de las bases de datos del Organismo sobre fuentes de radiación y sucesos radiológicos. El plan de acción revisado pide al Organismo, como prioridad máxima, que “explore la posibilidad de estable-

cer y aplicar un sistema universal de etiquetado tal que cualquier miembro del público pueda darse inmediatamente cuenta de los peligros relacionados con las fuentes de radiación peligrosas. Cabe señalar que el plan sigue centrándose en las medidas para prevenir y responder a la ausencia o pérdida de control involuntarias de las fuentes de radiación. Aunque algunas de estas medidas podrían también contribuir a prevenir o responder a los actos dolosos en que intervienen fuentes de radiación, el estudio adecuado de esta última cuestión requiere conocimientos especializados y medidas diferentes, por lo que debería tratarse por separado.

En abril, la Secretaría organizó el Primer Taller para África sobre el establecimiento de un marco jurídico aplicable a la protección radiológica, la seguridad tecnológica de las fuentes de radiación y la gestión segura de los desechos radiactivos, que se celebró en Addis Abeba. El taller adoptó una “Postura Común”, en la que los participantes exhortaron al Organismo a “crear un foro para que los países africanos examinen el Código de Conducta sobre la seguridad tecnológica y la seguridad física de las fuentes radiactivas y le den un efecto jurídicamente vinculante de modo que no se comprometa el uso seguro y pacífico de la tecnología nuclear”. Los elementos principales de la Postura Común se tuvieron en cuenta en la redacción del plan de acción revisado relativo a la seguridad tecnológica y física de las fuentes de radiación al que se ha hecho alusión en el párrafo anterior.

### **TRANSPORTE SEGURO DE MATERIALES RADIATIVOS**

De acuerdo con el ciclo de revisión del Reglamento de Transporte del Organismo, en una reunión de expertos celebrada en noviembre de 2001 se recomendó la publicación de una versión revisada del Reglamento en 2003 como “Edición de 1996 (enmendada en 2003)”. Las enmiendas de esta nueva versión se incorporarán a continuación a los reglamentos de modalidades específicas de otras organizaciones internacionales con efecto a partir de 2005.

El TranSAS ( Servicio de evaluación de la seguridad en el transporte) fue establecido por el Organismo en 1999 para realizar, a petición de

un Estado Miembro, una evaluación de la aplicación a nivel nacional del Reglamento de Transporte del Organismo en ese Estado. La primera misión del TranSAS se envió a Eslovenia y finalizó en 1999. Se recibieron solicitudes de nuevas misiones del TranSAS en 2000 del Brasil y en 2001 de Panamá, Turquía y el Reino Unido. A fines de 2001 se habían concluido misiones previas del TranSAS a Brasil, Turquía y el Reino Unido, y se prevén misiones completas del TranSAS a los tres países para 2002 (se espera que la misión a Panamá se lleve a cabo en 2003).

En 2001 se publicó el informe final de un PCI sobre la gravedad, probabilidad y riesgo de los accidentes ocurridos durante el transporte marítimo de materiales radiactivos. El informe, preparado por los participantes en representación de los cinco Estados Miembros, da estimaciones de las frecuencias de colisiones e incendios de buques. Los modelos de colisiones de buques llevaron a la conclusión de que incluso si se aplicaran fuerzas de deformación por choque a un cofre debido a la penetración profunda de la bodega, éstas se descargarían antes por el derrumbe de las estructuras del buque que por las del cofre (Fig. 1). Respecto a los incendios, los ensayos a bordo de buques y modelos analíticos indicaron que no era probable que un incendio se extendiera a una bodega que contuviera material radiactivo. Si el incendio llegaba a la bodega, era poco probable que alcanzara una

temperatura suficientemente elevada o que durara lo suficiente para causar la liberación de material radiactivo de un cofre del tipo B. Por último, los análisis ilustrativos indicaron que era poco probable que la pérdida de un cofre en el océano o la liberación de material radiactivo a la atmósfera, como consecuencia de una colisión grave de un buque que provocara un incendio serio, sometieran a las personas expuestas a dosis de radiación que fueran significativas en comparación con las dosis normales de la radiación de fondo.

## EMERGENCIAS RADIOLÓGICAS

En respuesta a las solicitudes de asistencia formuladas en virtud de la Convención sobre asistencia en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica, se enviaron misiones a Panamá y Polonia en relación con accidentes que afectaron a pacientes de radioterapia. En cada uno de los casos, el Organismo asesoró sobre el tratamiento médico de las víctimas, ayudó a evaluar las causas y consecuencias de los accidentes y se aseguró de que el equipo que había intervenido en ellos estuviera en condiciones de seguridad tecnológica y física.

Los Requisitos de seguridad sobre preparación y respuesta a una emergencia nuclear o radiológica recibieron el apoyo de la Comisión sobre normas de seguridad (CSS) y, si la Junta de

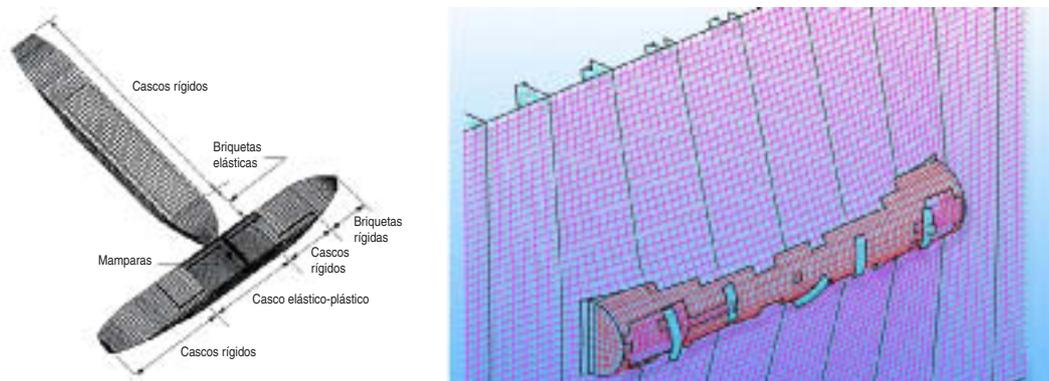


FIG. 1. Los modelos de colisiones de buques (izquierda) han indicado que la magnitud de las fuerzas de aplastamiento a las que probablemente estén sometidos los bultos de materiales radiactivos transportados por mar incluso en las colisiones más graves entre dos buques se ve limitada por la fuerza de la estructura lateral de la embarcación de transporte. El gráfico a la derecha muestra la salida del contenedor no dañado por el costado de un buque..

Gobernadores los aprueba, se publicarán en 2002. Los Requisitos han sido patrocinados por el Organismo, la FAO, la OIT, la AEN de la OCDE, la OCAH de las Naciones Unidas, la OPS y la OMS.

En mayo de 2001, el Organismo participó en un ejercicio internacional de emergencia nuclear denominada JINEX 1. El ejercicio, en el que intervinieron 55 Estados y que fue patrocinado y coordinado conjuntamente por el Organismo, la Comisión Europea, la AEN/OCDE, la OMS y la OMM, se basó en un accidente hipotético en la central nuclear de Gravelines en el norte de Francia. Los objetivos principales del ejercicio fueron: comprobar los procedimientos y las disposiciones existentes en el plano nacional e internacional para responder a una emergencia nuclear, coordinar la divulgación de información y evaluar la eficacia de los mecanismos de asesoramiento y adopción de decisiones.

La Secretaría celebró la “primera reunión de representantes de las autoridades nacionales competentes”, especificadas en virtud de la Convención sobre la pronta notificación de accidentes nucleares y la Convención sobre asistencia, para evaluar la eficacia de las disposiciones incluidas en la última edición del *Emergency Notification and Assistance Technical Operations Manual* (ENATOM) y para determinar los problemas que deberían solucionarse antes de que se publique la edición siguiente en diciembre de 2002. En la reunión se sugirieron varios cambios operacionales del sistema descrito en el ENATOM, se formularon observaciones detalladas sobre la documentación ENATOM y se recomendaron algunas medidas que debería tener en cuenta la Secretaría al elaborar sus planes futuros para fortalecer y armonizar las disposiciones internacionales en materia de preparación y respuesta para casos de emergencia nuclear y radiológica.

## SERVICIOS OPERACIONALES DE VIGILANCIA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICAS

Se estableció un nuevo Servicio de evaluación de la protección radiológica ocupacional (ORPAS) para “auditar”, sobre la base de las normas de seguridad radiológica pertinentes del Orga-

nismo, la aplicación reglamentaria y práctica de las disposiciones de protección radiológica ocupacional en el Estado Miembro solicitante. Los objetivos fundamentales de la evaluación son: proporcionar al país anfitrión una evaluación objetiva de las disposiciones en materia de protección radiológica ocupacional; determinar los puntos fuertes del país anfitrión que son singulares y que merecen ser señalados a la atención de otros países; promover el empleo de la autoevaluación por parte del país anfitrión; especificar las esferas en que debería mejorarse la actuación con miras al cumplimiento de las normas internacionales; y formular recomendaciones sobre las medidas que se deben adoptar para lograr dichas mejoras. La primera evaluación se llevó a cabo en Eslovenia en julio.

La gestión de calidad se ha convertido en una cuestión importante no sólo en los laboratorios de los Estados Miembros, sino también en los que administra el Organismo. A este respecto, se preparó documentación sobre gestión de calidad para los servicios de vigilancia y protección radiológica del Organismo. Esta documentación es coherente con las normas ISO y las normas de seguridad del Organismo pertinentes y abarca la política, el alcance, los objetivos, los procedimientos técnicos, las instrucciones de trabajo y las listas de comprobación aplicables a las actividades operacionales del Organismo en esta esfera. Proporciona asimismo orientación sobre los mecanismos y procedimientos para examinar y evaluar la eficacia de las medidas de protección y seguridad de los servicios prestados.

La organización de redes regionales ALARA (valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse) se inició con el fin de ofrecer foros para el intercambio de información sobre la actual experiencia práctica en el control de la exposición ocupacional. Las redes ALARA ayudarán a los Estados Miembros participantes en el proyecto modelo sobre la mejora de la infraestructura de protección radiológica a cumplir los requisitos del hito 2 sobre el control de la radiación ocupacional.

Se calcula que la exposición a las fuentes de radiación naturales representa más del 80% de la dosis anual colectiva en todo el mundo debida a la exposición ocupacional (excluida la extracción de uranio). Un comité de expertos preparó

un informe sobre la evaluación de las condiciones de la protección ocupacional en los lugares de trabajo con elevados niveles de exposición a la radiación natural para proporcionar más orientación al Organismo sobre las esferas prioritarias de su labor. Los expertos recomendaron que se concediera la más alta prioridad a la elaboración de informes de seguridad respecto de algunos sectores industriales determinados en que los materiales radiactivos naturales pueden plantear problemas, y a la elaboración de orientación detallada sobre la determinación de los lugares de trabajo con niveles de radón potencialmente elevados y la adopción de las medidas correctoras necesarias.

Aunque en el marco de una intercomparación internacional de mediciones de la actividad de los radionucleidos emisores de rayos gamma en muestras de orina humana no se hallaron grandes discrepancias en los valores de actividad medidos, se observaron algunas discrepancias en los cálculos de incertidumbres. En términos generales, los resultados indicaron que la evaluación de la vigilancia ocupacional en el caso de la ingestión de emisores gamma y la medición de muestras de orina es altamente satisfactoria.

En un proyecto ARCAL sobre la promoción de la ciencia y tecnología nucleares en América Latina y el Caribe se efectuaron dos intercom-

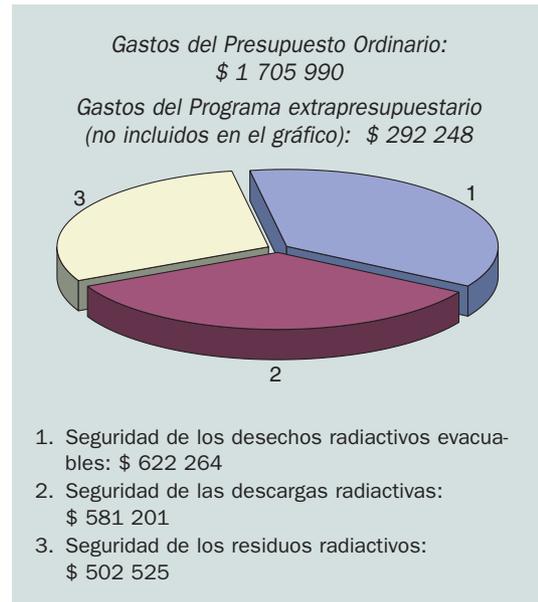
paraciones. Una relacionada con mediciones del equivalente de dosis ambiental con equipo de vigilancia de protección radiológica. Los resultados de esta intercomparación mostraron que la mayor parte del equipo funcionó dentro de una desviación del 10%, aunque también puso de manifiesto la ineficacia de los requisitos jurídicos en lo que respecta a la calibración de equipo y la falta de instalaciones de calibración en la región. El otro proyecto se centró en la medición de la actividad de los radionucleidos en muestras ambientales y de alimentos. Nueve laboratorios notificaron sus resultados y tuvieron un buen desempeño en la determinación de la actividad gamma, aunque se hallaron algunas discrepancias en los cálculos de las incertidumbres de los valores de actividad.

Expertos externos realizaron un examen por homólogos de los servicios de vigilancia y protección radiológicas del Organismo. La finalidad era ayudar a mejorar la pertinencia, eficacia, eficiencia e impacto de los proyectos existentes y formular mejores proyectos para el futuro. Los expertos reconocieron la importancia de los perfiles nacionales de seguridad radiológica y de los desechos, así como su utilidad para priorizar y optimizar la utilización de los limitados recursos del Organismo. Sin embargo, los expertos determinaron algunas preocupaciones relativas a la propiedad y el mantenimiento de los perfiles, a las que ya se viene prestando atención.

# SEGURIDAD DE LOS DESECHOS RADIACTIVOS

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Establecer normas de seguridad que abarquen la gestión de desechos radiactivos sólidos, el control de las descargas de materiales radiactivos en el medio ambiente, y la rehabilitación del medio ambiente cuando hay residuos radiactivos procedentes de actividades y acontecimientos pasados; disponer la aplicación de esas normas mediante el apoyo al programa de cooperación técnica del Organismo, prestar servicios en relación con el Convenio de Londres de 1972 y la Convención conjunta, y apoyar el Programa de acción mundial para la protección del medio marino frente a las actividades realizadas en tierra.



## CUESTIONES CLAVE Y ASPECTOS MÁS DESTACADOS

- Se publicaron normas de seguridad sobre la clausura de instalaciones del ciclo del combustible nuclear y se alcanzaron progresos en el establecimiento de nuevas normas adoptadas por consenso en la esfera de la disposición final geológica.
- Las recomendaciones de la Conferencia Internacional sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos, auspiciada por el Organismo y celebrada en 2000 en Córdoba (España), se incorporaron al plan de trabajo del Organismo para el futuro.
- En colaboración con la AEN de la OCDE, el Organismo llevó a cabo un examen por homólogos del Total Performance Assessment, que estaba siendo desarrollado para un propuesto repositorio de desechos radiactivos en Yucca Mountain, Nevada (Estados Unidos de América).

## SEGURIDAD DE LOS DESECHOS RADIACTIVOS EVACUABLES

En una reunión de especialistas sobre disposición final geológica de desechos radiactivos celebrada en junio se examinaron una serie de temas en relación con los cuales todavía no se ha alcanzado un consenso para concluir la elaboración de las normas de seguridad del Organismo sobre el tema. Se incluyen entre ellos los siguientes: un marco común para la disposición final de desechos radiactivos; demostración del cumplimiento de los criterios de seguridad; indicadores de la seguridad (además de la dosis y el riesgo); grupos críticos de referencia y biosferas; evaluación de la intrusión humana; reversibilidad y recuperabilidad; y vigilancia y control institucional. La reunión ayudó a aclarar y documentar las esferas de acuerdo que podían reflejarse en las normas de seguridad así como las cuestiones pendientes.

A petición de la Conferencia General de 2000, el Organismo preparó un informe en el que se evaluaron las consecuencias para el programa de trabajo del Organismo de las conclusiones y recomendaciones de una Conferencia celebrada en 2000 sobre la seguridad de la gestión de los desechos radiactivos. El informe finalizaba tomando nota de las observaciones formuladas durante la reunión de marzo de 2001 de la Junta de Gobernadores y de las consultas con los Estados Miembros, y fue apoyado por la Conferencia General en septiembre. En el informe se destacan siete cursos de acción: desarrollo de un marco común para la disposición final de diferentes tipos de desechos radiactivos; evaluación de las repercusiones en materia de seguridad del almacenamiento prolongado de desechos radiactivos; pronta elaboración de normas de seguridad para disposición final geológica; elaboración de un enfoque internacionalmente aceptado y armonizado para controlar la supresión de materiales y emplazamientos del sistema de regulación; desarrollo de un programa para garantizar la adecuada aplicación de las normas del Organismo sobre seguridad de los desechos; estudio de los medios de garantizar que la información, los conocimientos y las aptitudes en materia de gestión de desechos radiactivos estén a la disposición de las futuras generaciones; y desarrollo de un programa de trabajo orientado

hacia las dimensiones sociales más amplias de la gestión de los desechos radiactivos.

Tras realizar el examen por homólogos del componente de la biosfera incluido en la evaluación que realizó el Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE) en relación con el funcionamiento del previsto repositorio de desechos de actividad alta en Yucca Mountain, Nevada, el Organismo recibió una petición del DOE para efectuar, en cooperación con la AEN/OCDE, un examen por homólogos del programa de evaluación de la ejecución de todo el sistema en Yucca Mountain (TSPA-SR), en apoyo del proceso de recomendación del emplazamiento. El principal objetivo era examinar y analizar de manera crítica la metodología y los fundamentos de evaluación de la ejecución utilizados por el DOE para: determinar las coherencias e incoherencias con las recomendaciones, normas y prácticas internacionales; efectuar una declaración sobre la idoneidad del enfoque general de evaluación de la ejecución en apoyo de la recomendación del emplazamiento; y formular recomendaciones sobre mejoras técnicas y de otra índole. El grupo de examen internacional reunido por el Organismo y la AEN/OCDE manifestó que “en términos generales ... el enfoque de evaluación de la ejecución aplicado es una base adecuada para apoyar una declaración de probable cumplimiento del período reglamentario de 10 000 años y, en consecuencia, para apoyar la decisión relativa al emplazamiento”. Sin embargo, teniendo en cuenta “un creciente consenso internacional”, el grupo también destacó que “habría que hacer mayor hincapié en la comprensión del sistema de repositorios y de su contribución a la seguridad en futuras iteraciones, tanto durante el período reglamentario como después del mismo”. Al respecto, el grupo formuló recomendaciones sobre las cuestiones técnicas que el DOE debía tener en cuenta en futuras evaluaciones.

En mayo un grupo de expertos visitó Lituania a petición del órgano regulador local, para examinar los informes de análisis de la seguridad (SAR) relativos a instalaciones de gestión de desechos radiactivos en la central nuclear de Ignalina. El grupo examinó los supuestos, análisis y conclusiones en que se basaba el caso de seguridad presentado en los dos SAR, llegando a

la conclusión de que los documentos eran excelentes ejemplos de un SAR preliminar. Sin embargo, se estimó que había que efectuar una serie de mejoras para que los SAR pudieran considerarse de carácter definitivo. El grupo indicó también los tipos de conversaciones iterativas que tendrían que tener lugar entre el explotador y el órgano regulador para finalizar los documentos.

## SEGURIDAD DE LAS DESCARGAS RADIACTIVAS

Una nueva publicación, *Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment* (Núm. 19 de la Colección de Informes de seguridad), describe un enfoque para evaluar las dosis recibidas por los miembros del público como parte de un análisis del impacto ambiental de descargas radiactivas predecibles. Esto se logra utilizando modelos de selección que describen los procesos ambientales en términos matemáticos, produciendo un resultado cuantitativo. El informe es un complemento de una Guía de seguridad sobre este tema y sustituye a una publicación anterior de la Colección Seguridad.

En su papel de organización internacional competente en asuntos relacionados con los materiales radiactivos en el contexto del Convenio de Londres de 1972, el Organismo publicó un informe en el que se hace un resumen de los accidentes en el mar, en que intervinieron materiales radiactivos (IAEA-TECDOC-1242). El informe fue aceptado en la 22ª reunión consultiva de las Partes Contratantes en el Convenio de Londres. El Organismo está elaborando orientaciones para las Partes Contratantes sobre la manera de determinar el momento en que los materiales que se están considerando para su disposición final en el mar quedan exentos de la aplicación de los términos del Convenio por razones radiológicas.

La protección radiológica se ha centrado históricamente en la protección de las personas, aunque un número creciente de Estados Miembros ha expresado interés en proteger también el medio ambiente. Una reunión convocada por el Organismo en noviembre dio la oportunidad

de intercambiar información sobre adelantos en materia de reglamentación e investigación, y también de examinar muchas de las cuestiones que se tienen en cuenta en la elaboración de las orientaciones. La reunión llegó a la conclusión de que un sistema para la protección del medio ambiente (o de sus componentes bióticos) de los efectos de la radiación ionizante debe tener en cuenta el estado actual de los conocimientos, sin que ello sea una limitación. Se determinaron nuevas prioridades de investigación, incluido el desarrollo de una mejor comprensión de los mecanismos a través de los cuales la exposición a la radiación se relaciona con los puntos finales de protección y las relaciones dosis/respuesta pertinentes, y una definición apropiada de las cantidades y unidades.

## SEGURIDAD DE LOS RESIDUOS RADIACTIVOS

En la resolución GC(44)/RES/15 de la reunión de la Conferencia General de 2000 se pedía a la Secretaría que “elabore ... durante los dos próximos años ... riterios radiológicos aplicables a los radionucleidos de período largo presentes en productos básicos, particularmente los alimentos y la madera”. La elaboración de estos criterios – niveles de exención de intervención – ha demostrado ser técnicamente difícil y polémica debido a la complejidad del actual sistema de niveles de exención, dispensa y actuación genérica. Se puede considerar que todos estos niveles definen el límite inferior del ámbito de ciertos aspectos del control reglamentario. Sin embargo, debido a las diferencias entre estos aspectos, y entre los distintos enfoques para derivar los niveles pertinentes, hay varios conjuntos de valores. En una reunión de comité técnico celebrada en julio se expresó preocupación de que ello pudiera crear confusión y contradicción en la aplicación y observancia de los reglamentos. Durante el año prosiguió la labor, en consulta con el Comité sobre Normas de Seguridad Radiológica y el Comité sobre Normas de Seguridad de los Desechos, con el propósito de elaborar un sistema coherente de niveles específicos para los radionucleidos para definir el ámbito de las normas de reglamentación y que, al mismo tiempo, respondiera al llamamiento efectuado en la resolución.

En el marco de otro proyecto de cooperación técnica, una misión visitó Gabón en junio para evaluar el programa de rehabilitación para el cierre de una instalación de minería de uranio. Posteriormente se hizo una evaluación radiológica preliminar del impacto ambiental en el emplazamiento en 1999, que puso de relieve algunos problemas, particularmente con respecto al agua, aguas abajo del emplazamiento. Los integrantes de la misión encontraron que un 80% aproximadamente del trabajo de rehabilitación se había completado, debiendo concluir las actividades restantes a finales de 2002. Desde 1999 había mejorado considerablemente la condición radiológica del aire y del agua, aguas abajo del emplazamiento. El grupo llegó a la conclusión de que el programa de rehabilitación era aceptable, pero había que efectuar algunas mejoras para asegurar la protección del público y del medio ambiente a mediano y largo plazo.

Una misión de cooperación técnica visitó una antigua instalación de extracción y tratamiento de uranio en Tayikistán, donde la mayoría de los residuos no se han estabilizado o rehabilitado y representan una posible fuente de exposición a la radiación para la población local y los países vecinos. En este caso, la situación no había mejorado desde una visita anterior efectuada en 1999. El grupo dio instrucciones sobre el terreno sobre técnicas y procedimientos de vigilancia adecuados para determinar las zonas afectadas por los residuos, y recomendó la elaboración, con carácter prioritario, de un plan de rehabilitación.

En septiembre, a petición del Gobierno de Kuwait, y en cooperación con el PNUMA y la OMS, el Organismo llevó a cabo una misión investigadora en Kuwait. El grupo de expertos visitó la mayoría de las instalaciones que según lo señalado por las autoridades kuwaitíes habían sido afectadas o podían ser afectadas por residuos de uranio empobrecido (UE), acordaron la metodología para evaluación que se utilizaría en el estudio y formularon un plan para la campaña de muestreo programada para comien-

zos de 2002. El Organismo también continuó cooperando con el PNUMA en la investigación de las consecuencias del uso de UE en Kosovo.

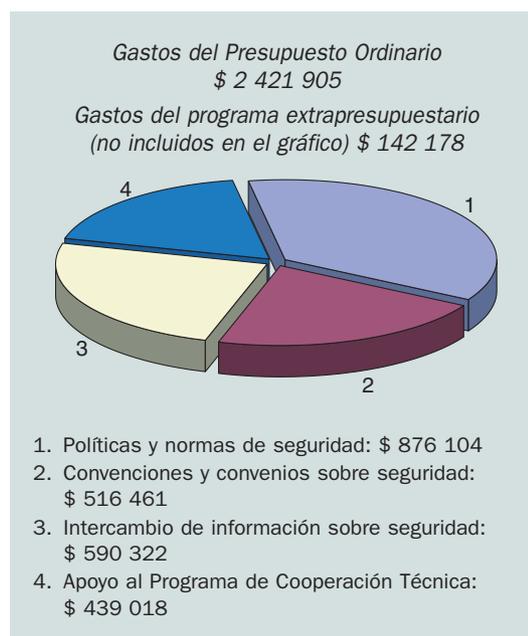
Se publicó una Guía de Seguridad sobre la clausura de instalaciones del ciclo del combustible nuclear. Dicha Guía se aplica a instalaciones tales como: instalaciones de procesamiento en la superficie para la extracción y tratamiento de uranio y torio; instalaciones de conversión y enriquecimiento de uranio; instalaciones de fabricación de combustible; instalaciones de almacenamiento de combustible gastado fuera del reactor; instalaciones de reprocesamiento, e instalaciones de almacenamiento, tratamiento y acondicionamiento de desechos radiactivos. Es ésta la última de un grupo de tres Guías de Seguridad sobre la clausura, que complementan la publicación de la serie de Requisitos de Seguridad titulada *Predisposal Management of Radioactive Waste, Including Decommissioning*, aparecida en 2000. (En 1999 se publicaron Guías de Seguridad sobre la clausura de centrales nucleares y reactores de investigación, y de instalaciones médicas, industriales y de investigación).

Como parte de un proyecto de cooperación técnica para prestar asistencia a Kazajstán en la clausura del reactor rápido BN-350, en junio el Organismo celebró una reunión de comité técnico en el emplazamiento de Dounreay, del Organismo de Energía Atómica del Reino Unido (UKAEA). Un importante objetivo de la reunión era transmitir la experiencia del personal del UKAEA en relación con la clausura del reactor rápido y del prototipo de reactor rápido de Dounreay a los participantes de Kazajstán. Uno de los puntos más importantes de las presentaciones efectuadas por el UKAEA se refirió a la manipulación y disposición final de sodio y sus residuos, cuestión que interesa particularmente en relación con la clausura de los reactores rápidos refrigerados por sodio. El Organismo también está prestando asistencia a Lituania en la clausura de Ignalina, y a Ucrania en relación con las unidades 1-3 de Chernóbil.

# COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE SEGURIDAD

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Garantizar la compatibilidad técnica de las funciones del Organismo relacionadas con la seguridad (revisión y elaboración de normas de seguridad, prestación de servicios para las convenciones y convenios sobre seguridad, intercambio de información sobre seguridad y apoyo a las actividades de seguridad del programa de cooperación técnica), así como la coherencia con las actividades de seguridad correspondientes que realizan los Estados Miembros y otras organizaciones internacionales.



## CUESTIONES CLAVE Y ASPECTOS MÁS DESTACADOS

- Se publicaron cinco normas de seguridad y se aprobaron 16 más que están en proceso de publicación.
- Mediante el programa de cooperación técnica, el Organismo ejecutó numerosos proyectos en los ámbitos de la seguridad nuclear, radiológica y de los desechos.
- Se prestó asistencia mediante cursos y talleres de capacitación, becas y visitas científicas y la capacitación de profesionales de la seguridad de los Estados Miembros.
- Se formuló una estrategia a largo plazo aplicable a los programas de enseñanza y capacitación del Organismo destinados a fomentar capacidades autosostenidas de capacitación en los Estados Miembros.

## POLÍTICAS Y NORMAS DE SEGURIDAD

A fin de facilitar el uso de las normas de seguridad del Organismo en los Estados Miembros, en 2001 se incluyeron por primera vez en el sitio web del Organismo (que se encuentra en la dirección Electrónica <http://www.iaea.org/ns/CoordNet/safetypubs/inclSStandardsPublished.htm>) los textos íntegros de las normas recientemente publicadas. Se publicaron cinco guías de seguridad revisadas o nuevas (véase el recuadro 1), y se aprobaron 16 más que están en proceso de publicación. La Comisión sobre normas de seguridad (CSS) refrendó la publicación sobre requisitos de seguridad titulada *Preparación y respuesta a situaciones de emergencia nuclear o radiológica* (copatrocinada por la AEN/OCDE, la FAO, la OCAH de las Naciones Unidas, la OIT, la OMS y la OPS), que se presentó a la Junta de Gobernadores para su aprobación. En el sitio web <http://www.iaea.org/ns/committees/css/STATUS.PDF> figura un resumen de la situación actual de todas las normas de seguridad. En ese mismo sitio se ofrece también información detallada sobre las actividades de los diversos Comités sobre normas de seguridad y la CSS.

Las actuales normas de seguridad del Organismo sobre garantía de calidad para las instalaciones nucleares (un Código y 14 guías de seguridad) se publicaron juntas en CD-ROM. La versión electrónica permite al usuario buscar cualquier tema y acceder a él directamente a través del índice y la búsqueda por palabras clave.

Desde hace varios años el Organismo viene organizando debates entre homólogos sobre prácticas de reglamentación, un foro en el que los reguladores superiores pueden intercambiar información y experiencias sobre cuestiones de actualidad. La serie de debates para el año 2001 trató el tema “Gestión de calidad del órgano regulador nuclear”. El Organismo publicó un informe elaborado por los reguladores en el que se resumen los debates y se dan 21 ejemplos de buenas prácticas.

El Organismo hace las veces de Secretaría del Grupo Internacional Asesor en Seguridad Nuclear (INSAG), que asesora al Director General en materia de seguridad nuclear, radiológica y de los desechos radiactivos desde una perspectiva mundial. En 2001, el INSAG aprobó una *Note on Maintaining Knowledge, Training and Infrastructure for Research and Development in Nuclear Safety*, que fue distribuida de forma provisional en la Conferencia General del Organismo en septiembre, así como un informe sobre *Key Practical Issues in Strengthening Safety Culture*. El Organismo publicará ambos documentos en 2002.

## CONVENCIONES Y CONVENIOS SOBRE SEGURIDAD

La Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos entró en vigor el 18 de junio de 2001. En diciembre de 2001 se celebró una reunión preparatoria en la que las Partes Contratantes aprobaron el Regla-

RECUADRO 1: **NORMAS DE SEGURIDAD PUBLICADAS EN 2001**

**Guías de seguridad**

**Colección de Normas de Seguridad Núm.**

● Building competence in radiation protection and the safe use of radiation sources (copatrocinada por la OIT, la OMS y la OPS)	RS-G-1.4
● Decommissioning of nuclear fuel cycle facilities	WS-G-2.4
● Modifications to nuclear power plants	NS-G-2.3
● Safety assessment and verification for nuclear power plants	NS-G-1.2
● The operating organization for nuclear power plants	NS-G-2.4

mento y las disposiciones financieras, así como las Directrices relativas al proceso de revisión y la forma y estructura de los informes nacionales.

Mesa de la reunión y los oficiales de los grupos de países.

En septiembre tuvo lugar una reunión de organización de la segunda Reunión de examen de las Partes Contratantes en la Convención sobre Seguridad Nuclear, que se celebrará en abril de 2002. Se adoptaron decisiones acerca de la composición de los seis grupos de países en los que se examinarán los informes nacionales durante la Reunión de examen y se seleccionó la

## INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN SOBRE SEGURIDAD

Sesenta países utilizan la Escala Internacional de Sucesos Nucleares (INES) para facilitar la comunicación rápida a los medios de comunicación y el público de información sobre la importancia desde el punto de vista de la seguridad de

### RECUADRO 2: NORMAS DE SEGURIDAD APROBADAS Y EN PROCESO DE PUBLICACIÓN

Guías de seguridad	Colección de Normas de Seguridad Núm.
● Advisory material for the Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material	TS-G-1.1
● Core management and fuel handling in nuclear power plants	NS-G-2.5
● Dispersion of radioactive material in air and water and consideration of the population distribution in site evaluation for nuclear power plants	NS-G-3.2
● Documentation for use in regulating nuclear facilities	GS-G-1.4
● External human induced events in site evaluation for nuclear power plants	NS-G-3.1
● Instrumentation and control systems important to safety in nuclear power plants	NS-G-1.3
● Maintenance, surveillance and in-service inspection in nuclear power plants	NS-G-2.6
● Management of radioactive waste from the mining and milling of ores	WS-G-1.2
● Organization and staffing of the regulatory body for nuclear facilities	GS-G-1.1
● Planning and preparing for emergency response to transport accidents involving radioactive material	TS-G-1.2
● Predisposal management of high level radioactive waste	WS-G-2.6
● Predisposal management of low and intermediate level radioactive waste	WS-G-2.5
● Radiation protection and radioactive waste management in the operation of nuclear power plants	NS-G-2.7
● Radiological protection for medical exposure to ionizing radiation (copatrocinada por la OMS y la OPS)	RS-G-1.5
● Regulatory inspection of nuclear facilities and enforcement by the regulatory body	GS-G-1.3
● Review and assessment of nuclear facilities by the regulatory body	GS-G-1.2

los sucesos habidos en todas las instalaciones nucleares asociadas a la industria nuclear civil, incluidos los sucesos relacionados con el uso de fuentes de radiación y el transporte de materiales radiactivos (Figura 1). En 2001 se publicó una nueva edición del *Manual del usuario de la INES* que incluye información sobre la experiencia adquirida en la aplicación de la versión de 1992 de la escala y aclaraciones sobre varias cuestiones planteadas durante ese período. En 2001 se notificaron un total de 28 sucesos, de los cuales seis se clasificaron de nivel 0, ocho de nivel 1 y 14 de nivel 2.

En cooperación con la AEN de la OCDE y la Asociación Mundial de Explotadores de Instalaciones Nucleares (AMEIN), el Organismo elaboró un Sistema de información de sucesos nucleares basado en la Web (NEWS) para ayudar a difundir la información sobre los sucesos a los participantes de los Estados Miembros de forma más rápida y sencilla. El sistema se sometió a una prueba de un año a partir de principios de 2001 y se prevé que se pondrá plenamente en funcionamiento a principios de 2002. El éxito del sistema dependerá a la larga de que los participantes estén dispuestos a difundir rápidamente la información sobre los sucesos.

### APOYO AL PROGRAMA DE COOPERACIÓN TÉCNICA

Durante 2001 se prestó apoyo a la ejecución de aproximadamente 150 proyectos de cooperación técnica, lo que equivale a un presupuesto ajustado de unos 18 millones de dólares, en los ámbitos de la seguridad nuclear, radiológica, del transporte y de los desechos. Asimismo, se realizaron aproximadamente 110 cursos, talleres y seminarios de capacitación, en su mayoría organizados en el marco del programa de cooperación técnica, pero algunos también como parte de los programas extrapresupuestarios sobre la seguridad de las instalaciones nucleares en los países de Asia sudoriental, el Pacífico y el Lejano Oriente, y sobre mitigación de la fisuración intergranular por tensocorrosión en reactores RBMK. La mayor parte de las actividades de capacitación sobre seguridad radiológica y de los desechos se organizaron en el marco del proyecto modelo de cooperación técnica sobre el

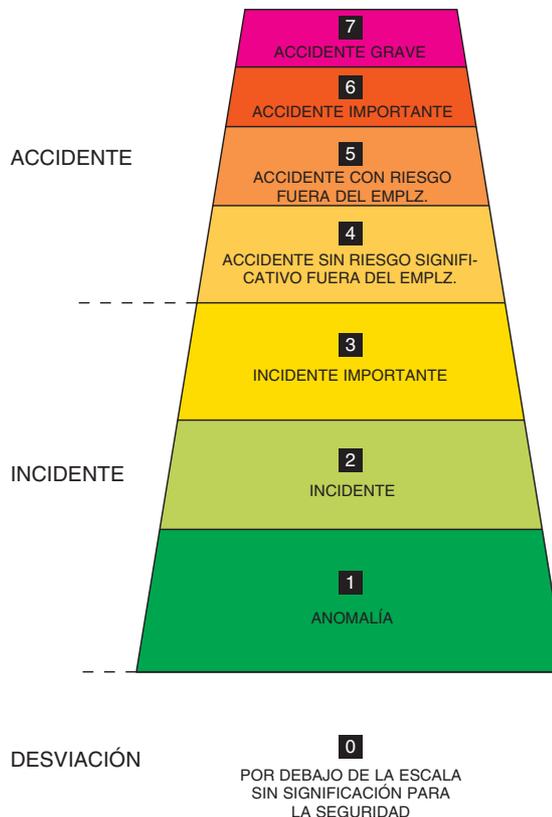


FIG. 1. Escala Internacional de Sucesos Nucleares

mejoramiento de la infraestructura de protección radiológica.

La eficacia de los proyectos regionales de cooperación técnica, incluidos los cursos de capacitación, puede mejorarse mediante la consolidación de los objetivos comunes de varios Estados Miembros. A este respecto, se celebraron cursos de capacitación sobre seguridad nuclear en Francia (para la región de Europa) y en los Estados Unidos (en el contexto del Programa extrapresupuestario sobre la seguridad de las instalaciones nucleares en los países de Asia sudoriental, el Pacífico y el Lejano Oriente). Se celebraron cursos de enseñanza para posgraduados sobre protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación en Sudáfrica (para la región de África) y en Malasia (para la región de Asia oriental), y en la República Árabe Siria tuvo lugar un curso de posgrado sobre protección radiológica (en árabe). En la Argentina se realizó el curso de enseñanza habitual para

posgraduados sobre protección radiológica y seguridad nuclear (en español).

Se celebraron dos reuniones de Grupo Asesor sobre enseñanza y capacitación en seguridad nuclear y en seguridad radiológica y de los desechos. Las recomendaciones de los Grupos Asesores sirvieron de base para elaborar una estrategia para las actividades del Organismo en apoyo de la enseñanza y capacitación. Existe una brecha entre los conocimientos que se requieren en los Estados Miembros y la capacidad del Organismo para proporcionar capacitación. Por consiguiente, como complemento de sus cursos de enseñanza y capacitación, el Organismo se viene concentrando en ayudar a los Estados Miembros a establecer programas nacionales sostenibles de enseñanza y capacitación que sean coherentes con las normas internacionales de seguridad. Un elemento esencial de este trabajo es la elaboración de modelos de planes de estudio que se puedan utilizar en la formación de los instructores que al final ejecutarán los programas nacionales. Otras medidas que se adoptarán son: un mayor uso de la enseñanza a distancia para completar la capacitación más

tradicional; la preparación de material didáctico por módulos, lo cual permite cierta flexibilidad en la elección del material; un mayor uso de material informático y un aumento del acceso al mismo; y un enfoque sistemático del establecimiento de centros de capacitación regionales y nacionales y de la creación de una red de esos centros. Una nueva característica de las actividades de capacitación del Organismo es la prestación de servicios de asesoramiento a los Estados Miembros que desean evaluar sus necesidades nacionales de capacitación y de asistencia en la organización de la capacitación requerida o la realización de exámenes por homólogos de los programas nacionales existentes.

En 2001 se inició un proyecto piloto para probar el programa modelo del Organismo para la capacitación del personal regulador de instalaciones nucleares de determinados Estados Miembros (actualmente Eslovaquia, la Federación de Rusia y Pakistán, con la posible inclusión del Brasil en el futuro). El programa utiliza una base de capacidades sistemáticas para determinar la capacitación necesaria y especificar las deficiencias en los programas nacionales existentes.



# **Programa del Organismo para 2001: Verificación**

# SALVAGUARDIAS

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Dar a la comunidad internacional, mediante la aplicación del sistema de salvaguardias del Organismo, una garantía independiente de que los Estados cumplen sus compromisos en materia de salvaguardias.

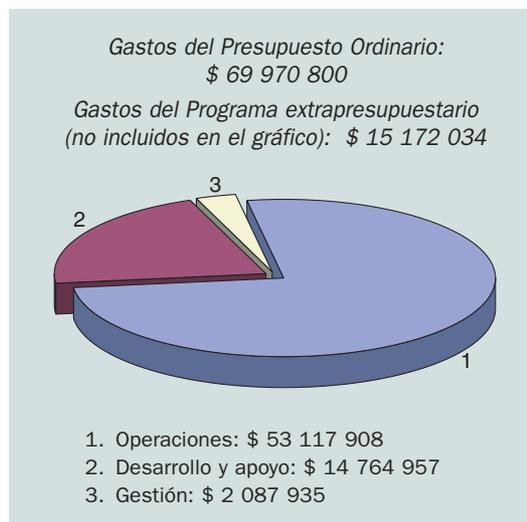
## DECLARACIÓN SOBRE LAS SALVAGUARDIAS EN 2001

Al cumplir las obligaciones del Organismo en materia de salvaguardias en 2001 - habiendo evaluado toda la información obtenida en la aplicación de los acuerdos de salvaguardias y toda otra información a la disposición del Organismo - la Secretaría no descubrió ningún indicio de desviación de material nuclear que estuviese sometido a salvaguardias, ni de uso indebido de instalaciones, equipo o material no nuclear sometidos a salvaguardias. Sobre esta base, la Secretaría llegó a la conclusión de que en 2001 el material nuclear y demás elementos sometidos a salvaguardias seguían adscritos a actividades nucleares pacíficas, o de no ser así, se había dado cuenta adecuada de ellos.

Pese a la anterior conclusión, el Organismo no ha podido verificar todavía la corrección y exhaustividad del informe inicial sobre materiales nucleares elaborado por la República Popular Democrática de Corea (RPDC) y, en consecuencia, le es imposible llegar a la conclusión de que se ha declarado todo el material nuclear sujeto a salvaguardias. La RPDC sigue incumpliendo su acuerdo de salvaguardias, que está en vigor y tiene carácter vinculante. En 2001 el Organismo mantuvo la presencia continua de un inspector en Nyongbyon para vigilar la "congelación" aplicada a los reactores moderados por grafito e instalaciones conexas de la RPDC.

De 1991 a 1998, las actividades de salvaguardias del Organismo realizadas en el Iraq en el marco del acuerdo de salvaguardias amplias concertado de conformidad con el Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares (TNP) se ejecutaron como parte de las actividades realizadas por el Organismo en ese Estado con arreglo a la resolución 687 del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas y resoluciones conexas. Desde diciembre de 1998 el Organismo no puede ejecutar las actividades en el Iraq prescritas en el mandato recibido del Consejo de Seguridad. De conformidad con su Acuerdo de salvaguardias con el Iraq, en 2001 el Organismo llevó a cabo una verificación del inventario físico de los materiales nucleares bajo salvaguardias en el Iraq y verificó la presencia de los materiales nucleares en cuestión.

En 2001, con respecto a nueve Estados, la Secretaría - después de evaluar toda la información obtenida por medio de las actividades llevadas a cabo con arreglo a los acuerdos de salvaguardias amplias y los protocolos adicionales de estos Estados, así como toda la otra información a la disposición del Organismo - no descubrió ningún indicio de materiales o actividades nucleares no declarados en esos Estados. Sobre esta base, y teniendo en cuenta la conclusión a que se hace referencia en el primer párrafo de la presente Declaración, la Secretaría llegó a la conclusión de que todo el material nuclear



que se encontraba en esos Estados había sido sometido a salvaguardias y seguía adscrito a actividades nucleares pacíficas, o de no ser así, se había dado cuenta adecuada de él. Con respecto a los otros 16 Estados que tienen acuerdos de salvaguardias amplias y protocolos adicionales en vigor, el Organismo está realizando las evaluaciones que le permitan llegar a ese tipo de conclusión.

### CUESTIONES CLAVE Y ASPECTOS MÁS DESTACADOS

- En la República Democrática Popular Lao entró en vigor un acuerdo de salvaguardias amplias en virtud del Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares (TNP). Entró en vigor un intercambio de cartas entre el Organismo y Colombia por el que se establece que el Acuerdo de salvaguardias concertado en virtud del Tratado de Tlatelolco cumple los requisitos de Colombia de conformidad con el TNP. Se firmaron acuerdos de salvaguardias amplias en virtud del TNP con Andorra y Omán y la Junta de Gobernadores aprobó el acuerdo con Níger.
- Desde la aprobación en 1997 del modelo de Protocolo adicional, las actividades relacionadas con la negociación y aplicación de protocolos adicionales han aumentado considerablemente. En 2001 entraron en vigor protocolos adicionales a los acuerdos de salvaguardias con Bangladesh, Ecuador, Letonia, Panamá, Perú y Turquía. Además, Andorra, Costa Rica, Guatemala, Mongolia y Nigeria firmaron protocolos adicionales a sus acuerdos de salvaguardias. De los Estados de la Unión Europea (UE) no poseedores de armas nucleares, Austria y Portugal notificaron al Organismo la ratificación de protocolos adicionales por parte de sus respectivos Gobiernos, con lo que sumaron ocho los países no poseedores de armas nucleares de la Unión Europea que habían ratificado protocolos adicionales (Alemania, Austria, España, Finlandia, Grecia, Países Bajos, Portugal y Suecia). El Reino Unido señaló que habían concluido todos los preparativos internos para que entrase en vigor el protocolo entre este país, el Organismo y la EURATOM.

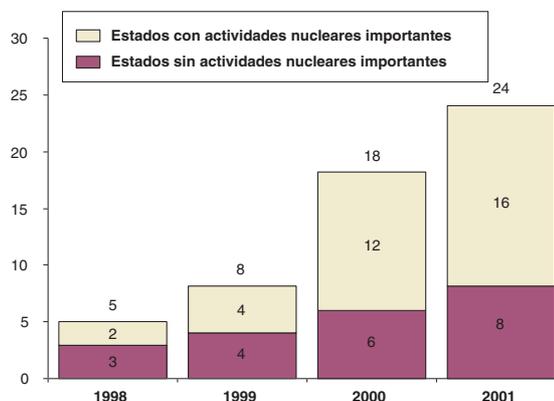


FIG. 1. Número de Estados con protocolos adicionales en vigor. Además en Ghana, se está aplicando de forma provisional un protocolo adicional desde junio de 1998. También se aplicaron en Taiwan (China) las medidas previstas en el modelo de Protocolo adicional. En el contexto del presente informe, por "actividades nucleares importantes" se entiende un Estado que posee cualquier cantidad de materiales nucleares en una instalación o lugar fuera de las instalaciones o materiales nucleares que superan los límites señalados en el párrafo 37 del INFCIRC/153.

- A finales de 2001, la Junta de Gobernadores había aprobado y posteriormente firmado protocolos adicionales con 61 Estados. Veinticuatro de esos protocolos estaban en vigor en Australia, Azerbaiyán, Bangladesh, Bulgaria, Canadá, Croacia, Ecuador, Eslovenia, Hungría, Indonesia, Japón, Jordania, Letonia, Lituania, Mónaco, Noruega, Nueva Zelandia, Panamá, Perú, Polonia, Rumania, la Santa Sede, Turquía y Uzbekistán (véase la Figura 1). Asimismo, se estaba aplicando provisionalmente un Protocolo adicional concertado con Ghana, en espera de su entrada en vigor. En Taiwan (China) se aplicaron las medidas previstas en el modelo de Protocolo adicional.
- Concluyó la elaboración de un marco conceptual para las salvaguardias integradas como elemento de gran importancia. Este marco comprende el conjunto de conceptos, enfoques, directrices y criterios de salvaguardias que rigen la concepción, la aplicación y la evaluación de las salvaguardias integradas. Su entrada en vigor garantizará la aplicación coherente y no discriminatoria de salvaguardias integradas en Estados con tipos de instalaciones y ciclos del combustible similares.

## SALVAGUARDIAS

- Se idearon enfoques modelo de salvaguardias integradas aplicables a tres tipos más generales de instalaciones: a LWR con combustible de mezcla de óxidos (MOX); a reactores recargados en servicio; y a plantas de fabricación de combustible de uranio empobrecido, natural y poco enriquecido (UPE). El Organismo también perfeccionó los enfoques de salvaguardias integradas aplicables a LWR sin combustible de MOX, a reactores de investigación y a instalaciones de almacenamiento de combustible gastado elaboradas en 2000. Se formularon directrices para el diseño de un enfoque de salvaguardias integradas para un Estado, directrices que se están utilizando para preparar enfoques de salvaguardias integradas a nivel de los Estados para determinados Estados.
- Un importante logro es la aplicación por primera vez de las salvaguardias integradas en un Estado, a saber, Australia, a partir de 2001.
- Introducida a mediados del decenio de 1990 como medida fundamental de fortalecimiento de las salvaguardias, la evaluación de la información sobre el programa nuclear de un Estado a efectos de las salvaguardias es actualmente parte integrante del proceso de obtención de conclusiones sobre la no desviación de materiales nucleares declarados y, según convenga, sobre la ausencia de materiales y actividades nucleares no declaradas en dicho Estado.
- La información de que dispone el Organismo para analizar las actividades nucleares de un Estado ha ido en constante aumento gracias a: el número cada vez mayor de Estados que presentan declaraciones en virtud de los protocolos adicionales; el mayor acceso a emplazamientos nucleares, incluido el

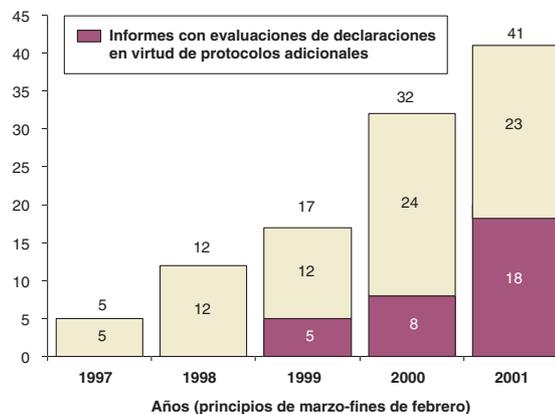


FIG. 2. Informes estatales de evaluación (concluidos y revisados).

acceso complementario; el acopio de información mediante el uso de fuentes públicas y programas informáticos adicionales; la explotación de nuevas tecnologías como las imágenes transmitidas por satélites comerciales; y la información proporcionada voluntariamente por los Estados Miembros.

- El Organismo asignó considerables recursos para satisfacer los nuevos requisitos derivados de un mayor número de actividades de acopio, análisis y evaluación de información, como la revisión de declaraciones<sup>1</sup> en virtud de los protocolos adicionales y la preparación y el análisis de informes sobre evaluaciones de los Estados. El Organismo elaboró 41 informes sobre evaluaciones<sup>2</sup> de Estados con el fin de sacar conclusiones relativas a las salvaguardias para 2001, en comparación con 32 informes en 2000 y 17 en 1999 (véase el Recuadro 1 y la Figura 2). Además, se tuvo acceso complementario (véase la Figura 3) para confirmar la ausencia de materiales y actividades nucleares no declarados en 13 Estados. Durante 2001, siete Estados presenta-

<sup>1</sup> El modelo de Protocolo adicional a los acuerdos de salvaguardias (INFCIRC/540 (Corregido)) aprobado por la Junta de Gobernadores en mayo de 1997 dispone que un Estado *declare* al Organismo información sobre todas sus actividades relacionadas con el uso de materiales nucleares. Asimismo, en él se prevé un acceso físico ampliado (*acceso complementario*) para que los inspectores del Organismo confirmen las declaraciones de los Estados.

<sup>2</sup> Además, se preparó un informe de evaluación para Taiwan (China).

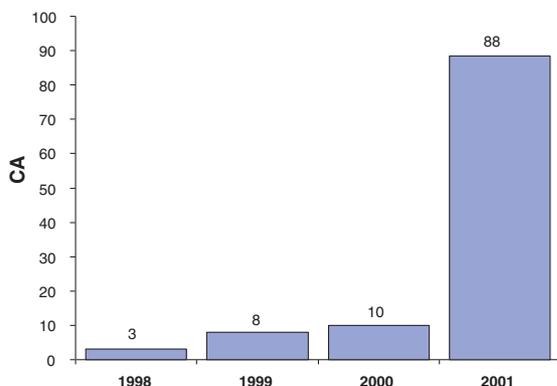


FIG. 3 Acceso complementario (CA), 1998-2001.

ron al Organismo, para su análisis, las declaraciones iniciales de conformidad con los Artículos 2 y 3 de sus Protocolos adicionales.

- Finalizó la primera fase de preparación de programas informáticos para ayudar en el análisis y la evaluación de declaraciones en virtud de los protocolos adicionales. Con respecto al uso de imágenes transmitidas por satélites, se diversificaron las imágenes de alta resolución procedentes de fuentes comerciales para aumentar la calidad y la imparcialidad de la información de que

dispone el Organismo. Se ampliaron los ficheros georreferenciados que permiten almacenar y referenciar información a escala mundial.

- En octubre-noviembre de 2001 se celebró en Viena el noveno simposio sobre 'Salvaguardias internacionales: verificación y seguridad de los materiales nucleares', acontecimiento que despertó un interés considerable por parte del público en general y los medios de comunicación. Los temas tratados incluyeron todo el abanico de intereses actuales sobre seguridad nuclear, como la no proliferación y la seguridad de los materiales nucleares. Tomando nota de los ataques del 11 de septiembre en los Estados Unidos de América, se añadió una sesión especial sobre la lucha contra el terrorismo nuclear. Se invitó a expertos externos al Organismo para que informasen sobre los peligros que pueden derivarse de la posibilidad del terrorismo nuclear.
- El Organismo destinó 70,8 millones de dólares de los fondos del Presupuesto Ordinario (equivalentes a 82,9 millones de dólares a un tipo de cambio de 12,70 chelines austriacos por dólar) a actividades relativas a la verificación nuclear y la seguridad de

#### RECUADRO 1: **EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN SOBRE UN PROGRAMA NUCLEAR ESTATAL – MEDIDA CLAVE DE FORTALECIMIENTO DE LAS SALVAGUARDIAS**

Toda la información de que dispone el Organismo sobre el programa nuclear de un Estado está sometida a una revisión continua. Las evaluaciones estatales tienen lugar en tres fases:

1. A partir de una evaluación de referencia de un programa nuclear estatal se elabora un perfil para comparar y evaluar la nueva información con fines de salvaguardias.
2. Tras la aplicación de un protocolo adicional en un Estado, la continuación de la evaluación incluye el estudio de la información contenida en las declaraciones iniciales de un Estado de conformidad con un protocolo adicional y los resultados de otras actividades realizadas, según convenga, en virtud de ese protocolo adicional. Esta evaluación es esencial para sacar conclusiones sobre la ausencia de materiales y actividades nucleares no declarados en un Estado.
3. Una evaluación continua del programa nuclear estatal, incluido el estudio de información actualizada relativa a un Estado, así como declaraciones actualizadas y actividades realizadas de conformidad con un protocolo adicional. Esta evaluación continua es fundamental para que el Organismo esté en posición de confirmar sus conclusiones de forma regular. ■

los materiales, divididos en 70 millones de dólares para la aplicación de salvaguardias y 0,8 millones para el programa de seguridad de los materiales. Cabe señalar que el 18,3% del total de gastos (15,1 millones de dólares destinados a la aplicación de salvaguardias y 0,76 millones a la seguridad de los materiales) procedió de recursos extrapresupuestarios. En particular, se utilizaron fondos extrapresupuestarios para la adquisición de equipo de salvaguardias necesario para fortalecer las salvaguardias y apoyar a los Estados Miembros, en especial en las esferas de la protección física y el tráfico ilícito. A fin de hacer frente a los costos de personal, se reasignó una cantidad considerable de dinero en un principio presupuestada para equipo, lo cual dio lugar a una mayor dependencia de los Estados Miembros de la asistencia extrapresupuestaria.

## OPERACIONES

**Aplicación de las salvaguardias.** Al término de 2001 se estaban realizando actividades de salvaguardias en 908 instalaciones de 70 Estados (así como en Taiwán (China)). Además de las actividades antes mencionadas, cabe destacar también las siguientes:

- se aplicó íntegramente un plan de inspecciones aleatorias con breve preaviso en cuatro instalaciones de fabricación de combustible de UPE en el Japón. En este contexto, las inspecciones con breve preaviso se llevaron a cabo por primera vez en los LWR japoneses para facilitar el cumplimiento de los criterios de salvaguardias para las plantas de fabricación de combustible de UPE;
- Antes de iniciar la clausura, se verificó la ausencia de materiales nucleares en el núcleo de un reactor de carga en servicio.
- El Organismo mantuvo satisfactoriamente la continuidad del conocimiento de 28 conjuntos combustibles de MOX no irradiados producidos en Bélgica en 2000, reenvasados en contenedores adecuados para el transporte por mar y, a continuación, almacenados en una instalación francesa

durante 2000 y enviados al Japón en enero de 2001.

**Planta de reelaboración de Rokkasho (RRP).** Se perfeccionó el enfoque de salvaguardias para la nueva gran planta de reelaboración que está construyendo la Japan Nuclear Fuel Ltd (JNFL). Se prevé iniciar la explotación de la planta en 2005. Se han elaborado las especificaciones relativas al diseño, la adquisición, la instalación, los ensayos y la aceptación de los equipos y los sistemas informáticos de salvaguardias. La construcción de un laboratorio analítico en el emplazamiento (OSL) avanzó con la instalación de cajas de guantes y celdas calientes. El apoyo que el Organismo prestó al OSL consistió en desempeñar tareas sobre instrumentación/métodos analíticos como la medición de la densitometría híbrida de discontinuidad K, de la espectrofotometría, de la espectrometría alfa/gamma y de la densidad. Asimismo, un sistema robotizado de preparación de muestras que había sido elaborado con la asistencia de un programa de apoyo de los Estados Miembros (PAEM) se transfirió con éxito al Japón. En 2001 se necesitaron más de 100 días-persona sobre el terreno para examinar y verificar la información sobre el diseño, incluida la calibración del tanque. Se prevé que, cuando la planta esté en pleno funcionamiento, se necesitarán al menos 900 días-persona para actividades de verificación sobre el terreno al año, lo cual corresponde a un aumento de aproximadamente 10% del total de las actividades de inspección de salvaguardias sobre el terreno.

**Verificación del combustible gastado.** Continuamente aumentan las actividades del Organismo relativas a la verificación del combustible gastado y la transferencia de dicho combustible a instalaciones de almacenamiento en seco. Se inició un proceso de importantes transferencias de combustible gastado a instalaciones de almacenamiento en seco en Alemania (con material devuelto de centros intermedios de almacenamiento del Reino Unido), la República Checa, Bélgica, Hungría, Argentina, Canadá, India y Suiza.

En 2001 comenzaron los preparativos para salvaguardar las transferencias de combustible gastado de los tres reactores parados de Chernóbil a instalaciones de almacenamiento en el

emplazamiento. Ha finalizado el diseño de ensayos no destructivos (END) integrados, se ha ultimado un sistema de monitoreo y contención/vigilancia (C/V) para la preparación y el almacenamiento de combustible gastado y se han estudiado las necesidades de los usuarios relativas a un sistema de control para el transporte de material sometido a salvaguardias dentro de las instalaciones. Estos preparativos exigieron una estrecha cooperación entre el PAEM de los EE.UU., Ucrania, Framatome y el Organismo.

Ha finalizado la fase I de la campaña de envasado en Kazajstán en la que se tuvo que verificar combustible irradiado que se tenía previsto envasar para su almacenamiento a largo plazo. El combustible envasado se mantendrá bajo medidas duales de C/V. Se utilizó el equipo de comunicaciones por satélite instalado en enero para realizar un ensayo de vigilancia a distancia (RM) que se prolongó durante todo el año para evaluar la viabilidad técnica y económica de la vigilancia a distancia de las salvaguardias en las instalaciones de Kazajstán. En la Sede del Organismo se recibió satisfactoriamente información en vídeo e información sobre radiación.

Se desarrollaron nuevos equipos para la verificación del combustible gastado, a saber:

- un sistema mejorado de dispositivo para pruebas de atributos del combustible gastado para facilitar la verificación de conjuntos combustibles gastados WWER-1000 de bajo quemado y un tiempo prolongado de enfriamiento. Se probó con éxito el sistema en cooperación con el Programa finlandés de apoyo, las instalaciones ucranianas y el Gobierno de Ucrania;
- un nuevo tipo de sistema detector bifucado para la verificación del combustible gastado de reactores WWER-1000. El sistema fue probado satisfactoriamente en unas instalaciones de Ucrania y posteriormente se utilizó durante la campaña de transferencia de conjuntos combustibles gastados de un reactor a estas instalaciones para su almacenamiento en seco.

**Cooperación con autoridades regionales y estatales.** El Organismo avanzó en la negociación de arreglos subsidiarios relacionados con los acuerdos de salvaguardias. Entró en vigor

una nueva Parte General para Armenia. Entraron en vigor Partes Generales revisadas para Eslovaquia, Estonia, Hungría, la República Checa, la República Federativa de Yugoslavia, la República Islámica del Irán y Ucrania. Diez documentos adjuntos correspondientes a las instalaciones entraron en vigor para instalaciones de Argentina, Armenia, Brasil, Eslovenia, Japón y la República Checa.

En octubre se firmó un memorando de entendimiento entre el Organismo y la República de Corea para una mayor cooperación en la aplicación de salvaguardias en los LWR. Entre los arreglos concertados se cuentan: la capacitación del personal del sistema nacional de contabilidad y control de materiales nucleares (SNCC); la transferencia electrónica de datos cifrados operacionales/contables a la Sede del Organismo; el uso de equipos de transmisión de datos a distancia; el uso conjunto de equipos de salvaguardias, y los procedimientos mixtos de inspección. Se realizaron con éxito tres ensayos sobre el terreno en tres emplazamientos nucleares (un reactor por emplazamiento); en consecuencia, el plan se ejecutó a partir de enero de 2002.

A través de los PAEM se hicieron contribuciones importantes a las salvaguardias del Organismo. Los siguientes Estados y organizaciones tienen programas oficiales de apoyo: Alemania, Argentina, Australia, Bélgica, Canadá, Estados Unidos de América, Federación de Rusia, Finlandia, Francia, Hungría, Japón, Países Bajos, Reino Unido, República de Corea, Suecia y Unión Europea. Había 246 tareas en marcha en el marco de los PAEM dedicadas a tratar las necesidades señaladas por el Organismo a través de su programa de I+D, que también facilitó la racionalización de las distintas tareas.

La entrada en vigor del Protocolo adicional para los 13 Estados no poseedores de armas nucleares de la UE no tendrá lugar hasta que lo hayan ratificado los 15 Estados de la Unión. A finales de 2001 seis Estados de la UE aún no lo habían ratificado (Bélgica, Dinamarca, Francia, Irlanda, Italia y Luxemburgo). Como preparativo para la próxima aplicación del Protocolo adicional, se creó un grupo de trabajo Organismo-Euratom para que redactase procedimientos que faciliten el flujo de la información, los arreglos que permitan el acceso complemen-

tario y la prestación de asistencia y asesoramiento a los Estados Miembros de la UE en la preparación de sus declaraciones iniciales. El Organismo siguió con los ensayos sobre el terreno iniciados en 2000 de elementos del Protocolo adicional en Finlandia y los Países Bajos. El objetivo de esos ensayos es poner a prueba las respectivas obligaciones de notificación de la Euratom y de los Estados Miembros.

**Actividades en Estados poseedores de armas nucleares.** A raíz de la decisión tomada en 1993 por los Estados Unidos de América de someter a las salvaguardias del Organismo el material nuclear clasificado como material que ya no se necesita con fines militares (Cuadro I), prosiguieron las inspecciones en instalaciones de almacenamiento de plutonio y uranio muy enriquecido (UME).

En Francia, la zona de expedición de una instalación de fabricación de combustible de MOX fue designada para verificar el envío de conjuntos

combustibles de MOX al Japón. La designación de esta parte de la instalación para las salvaguardias permitirá una asignación más eficaz de los recursos del Organismo para las actividades de verificación en el Japón.

Se debatió con las autoridades del Reino Unido la posibilidad de reducir los recursos del Organismo destinados a salvaguardar dos instalaciones de almacenamiento de plutonio en ese país. En consecuencia, se ha elaborado un enfoque de salvaguardias optimizado que incluye la aplicación de medidas duales de C/V en las instalaciones de almacenamiento junto con la revisión de datos fuera del emplazamiento.

En China, el acceso de frecuencia limitada sin preaviso comenzó en el pabellón de proceso en cascada de una planta de enriquecimiento.

La cooperación con la ABACC se intensificó sobre todo en lo que respecta al uso común del equipo de salvaguardias instalado por la

CUADRO I. **ACTIVIDADES DE VERIFICACIÓN EN 2001**

	1999	2000	2001
Días-persona de inspección	10 190	10 264	10 314
Número de arreglos subsidiarios negociados nuevos o revisados	2	2	9
— Partes generales			
— Documentos adjuntos relativos a instalaciones	118	26	10
<b>Medidas de contabilidad de materiales nucleares</b>			
Número de muestras de materiales nucleares analizadas	650	621	831
Número de resultados analíticos de materiales nucleares notificados	1 356	1 401	1 747
Número de muestras de frotis tomadas	149	224	263
<b>Materiales nucleares sometidos a salvaguardias (en toneladas)</b>			
Plutonio contenido en combustible irradiado (incluido plutonio reciclado en elementos combustibles de núcleos de reactores)	617	654	690
Plutonio separado fuera del núcleo del reactor	67	72,2	77,5
Uranio muy enriquecido	21,2	21,8	20,9
Uranio poco enriquecido	49 408	48 974	50 079
Material básico	91 647	91 686	94 940

ABACC y el Organismo, que es propiedad de ambos, y en la ejecución de actividades conjuntas de inspección en instalaciones de la Argentina y el Brasil.

**Iniciativa Trilateral.** Se avanzó hacia la resolución de las cuestiones jurídicas, técnicas y financieras relacionadas con la verificación del origen de armas y de otros materiales fisiónables declarados por la Federación de Rusia y los Estados Unidos de América como liberados de programas de defensa. Se acordaron, a nivel conceptual, las metodologías de verificación de las formas clasificadas de materiales fisiónables, incluidos los componentes de armas nucleares, y se inició el trabajo de desarrollo relativo a sistemas específicos que utilizarán en ambos Estados. Los trabajos en curso están pasando de la elaboración y comprobación de conceptos a la construcción de sistemas específicos para su uso en instalaciones concretas.

## DESARROLLO Y APOYO

Finalizó la primera fase de elaboración de programas informáticos para ayudar en el análisis y la evaluación de declaraciones de los Estados Miembros en virtud de los protocolos adicionales. Estos programas informáticos permitirán transferir electrónicamente documentos, resultados de análisis de imágenes y otros tipos de datos e integrarlos en las declaraciones en virtud de los protocolos adicionales.

La evaluación del balance de materiales es un componente importante en la aplicación de las salvaguardias. A fin de describir la metodología estadística y garantizar la coherencia de las evaluaciones, se publicó una nueva guía en la que se documenta el proceso de evaluación del balance de materiales del Organismo. Asimismo, el Organismo puso en marcha la elaboración de programas informáticos de control de calidad de los informes contables de materiales nucleares que los Estados Miembros presentan al Organismo. Los Estados Miembros pueden utilizar los programas informáticos para mejorar la calidad de sus informes contables.

Para las evaluaciones estatales y el análisis de la aplicación de las salvaguardias se prestó

apoyo electrónico a la recopilación y evaluación de información de fuentes públicas y la información declarada por los Estados. Se amplió el sistema de fuentes públicas a más de 3,7 millones de documentos. Se introdujeron nuevos programas informáticos para mejorar la organización de esta gran cantidad de información y facilitar su análisis.

El laboratorio de análisis de imágenes transmitidas por satélite del Organismo elaboró 34 informes en los que se documentan los análisis de esas imágenes. El Programa de Apoyo de la UE ha elaborado un sistema informático de información geográfica (GIS) para combinar imágenes transmitidas por satélite con otras informaciones relativas a emplazamientos de centrales nucleares declarados. En el marco del PAEM alemán se ha creado un sistema que se puede aplicar al GIS para detectar cambios importantes a lo largo del tiempo en emplazamientos declarados. En total, ocho PAEM participan en las actividades del Organismo relacionadas con análisis de imágenes transmitidas por satélite.

En 2001 se elaboraron y configuraron programas informáticos de apoyo de las actividades de inspección sobre el terreno para 23 instalaciones. Algunas de las funciones son el apoyo in situ del examen de los registros contables y la actualización de inventarios, la verificación del inventario físico y la comparación de registros con los informes estatales. Además, se preparó un programa informático de recopilación y evaluación de datos para su uso en las actividades de calibración de tanques; una parte de dicho programa se utiliza actualmente en instalaciones de reprocesamiento en el Japón.

Con el fin de contar con una mayor seguridad de la información dentro de la red de salvaguardias del Organismo, se ha mejorado la configuración del cortafuegos. Asimismo, se evaluaron las actuales medidas electrónicas de seguridad y se iniciaron mejoras. Se están ensayando nuevas medidas de seguridad (por ejemplo, la autenticación biométrica). Se han ampliado las estructuras seguras de comunicaciones del Organismo para el procesamiento de informes contables de materiales nucleares, de modo que sea posible recibir datos de varios Estados por correo electrónico.

Con respecto a la garantía de calidad, el proceso de elaboración de programas informáticos de salvaguardias del Organismo ha sido certificado conforme con el nivel II del Modelo de evolución de la capacidad de ingeniería de programas informáticos, creado por el Software Engineering Institute de la Universidad de Carnegie Mellon de los Estados Unidos de América. La evaluación fue realizada por auditores externos reconocidos.

**Desarrollo e instalación de equipo.** La puesta en práctica de la vigilancia a distancia prosiguió a un ritmo reducido debido a la necesidad de mejorar su rentabilidad y fiabilidad. En 2001 se encontraron soluciones para reducir la sensibilidad a la radiación del módulo de cámara digital y, a raíz de ello, se reanudó la sustitución de sistemas obsoletos de vigilancia de película y vídeo. A lo largo del año se instalaron 62 cámaras digitales conectadas a 32 sistemas, ya fuese en sustitución de unidades anticuadas u obsoletas de vigilancia de película o vídeo, o como nuevas instalaciones. A finales del año funcionaban 350 cámaras digitales conectadas a 206 sistemas de vigilancia. Treinta de esos sistemas funcionaban en la modalidad de vigilancia a distancia en Belarús, Japón, República de Corea, Sudáfrica, Suecia, Suiza y Ucrania, así como en Taiwán (China).

Uno de los nuevos equipos creados era un sistema digital portátil de vigilancia. También se hizo un ensayo con un nuevo sistema de vigilancia digital con cámaras múltiples y se espera que su uso con fines de inspección sea autorizado a principios de 2002. Los PAEM alemán y francés y una sociedad mercantil de los Estados Unidos crearon nuevos precintos electrónicos para sustituir los actuales precintos electrónicos VACOSS. Se pondrán a prueba en 2002.

Se instalaron nuevos sistemas integrados de vigilancia basada en el monitor del combustible (VIFM), que desempeñan una función clave en la vigilancia del combustible gastado de reactores recargados en servicio. Actualmente hay 23 sistemas VIFM en funcionamiento en siete instalaciones de todo el mundo. Asimismo, se resolvieron los problemas relativos a la fiabilidad y la posibilidad de uso.

En apoyo del fortalecimiento de las salvaguardias y la aplicación de los protocolos adicionales,

se autorizó el uso del monitor portátil Fieldspec (HM-5). Este instrumento basado en yoduro de sodio, portátil y ligero, puede determinar la presencia de materiales radiactivos. Resulta útil tanto para las actividades de verificación e inspecciones como para el acceso complementario. También tiene una aplicación directa en la búsqueda de indicios de tráfico ilícito de materiales nucleares.

El Organismo siguió normalizando los equipos, reduciendo así el número de tipos de equipo que se utilizan sobre el terreno. Asimismo, se puso en marcha un programa mejorado de mantenimiento preventivo de los equipos de salvaguardias. Una parte importante de los trabajos preparatorios consistieron en analizar los registros de mantenimiento a fin de establecer el historial de servicio de cada instrumento, que constituye la base para formular planes de mantenimiento preventivo para cada tipo de equipo.

**Laboratorios analíticos de salvaguardias y capacidades.** En el Laboratorio Analítico de Salvaguardias (LAS) de Seibersdorf y la Red de Laboratorios Analíticos (RLA) se analizaron 842 muestras de materiales nucleares y agua pesada, y se facilitaron 1 769 resultados de verificación contable de materiales de las declaraciones de los explotadores de las instalaciones. Además, se midieron 151 muestras con otros fines, por ejemplo para el Grupo de Acción del Organismo en el Iraq de conformidad con la Resolución 687 del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas o para la validación del método de verificación in situ de la extracción de uranio. En apoyo de las actividades del Organismo en relación con el tráfico ilícito de materiales nucleares, el LAS facilitó resultados de nueve muestras obtenidas a partir de un incidente de tráfico ilícito y participó – en colaboración con los centros austríacos de investigación – en un ensayo de comparación entre laboratorios, organizado por el Grupo de Trabajo sobre el tráfico internacional, en el que se procedió a la caracterización de óxido de UME en polvo.

Un gran logro es la capacidad del LAS de analizar el neptunio y el curio en combustible gastado y muestras muy radiactivas de desechos líquidos. El análisis del neptunio se utilizará para la verificación del diagrama de flujo de instalacio-

nes, con la posibilidad de separar el neptunio a fin de confirmar que la explotación de las instalaciones se realiza según se declara. El análisis del curio se realiza en apoyo de las mediciones de END in situ.

El Laboratorio Limpio del LAS recibió 263 muestras ambientales, entre ellas 20 de filtros de aire, tierra, frotis y vegetación de un ensayo sobre el terreno de muestras de partículas en el aire. El personal del Laboratorio Limpio también colaboró con expertos del Khlopin Radium Institute de San Petersburgo (Federación de Rusia) y Los Alamos National Laboratory (Estados Unidos de América) en la elaboración de nuevos procedimientos de preparación de muestras. Se formularon técnicas de indización y reubicación de partículas micrométricas con microscopios electrónicos de barrido y mediante la espectrometría de masas de iones secundarios (SIMS), lo cual permite un análisis elemental e isotópico de partículas concretas. El LAS también participó en un ejercicio de comparación entre laboratorios sobre el análisis de partículas con el Instituto de Elementos Transuránicos de Karlsruhe (Alemania), en cuyo contexto se prepararon varias muestras de ensayo que medirán siete laboratorios de SIMS de la RLA.

Se publicó una versión revisada y actualizada de los valores objetivo internacionales para los componentes de incertidumbre en la medición de materiales nucleares. Estos valores son reflejo del estado actual de la capacidad de medición que se puede alcanzar con las principales técnicas de medición de ensayos destructi-

vos y no destructivos utilizadas en las actividades de verificación de las salvaguardias. Se pretende que los explotadores de instalaciones y las organizaciones de salvaguardias las utilicen como referencia de la calidad de las mediciones que se pueden lograr en la contabilidad de materiales nucleares.

**Capacitación.** Se mejoraron los programas de capacitación en materia de salvaguardias con cursos de capacitación actualizados. Se organizaron los 45º y 46º cursos de introducción a las salvaguardias del Organismo destinados a 29 nuevos inspectores de salvaguardias. En Viena se impartió un nuevo curso de capacitación para inspectores del Organismo y la Euratom sobre nuevos acuerdos de asociación relativos a las salvaguardias para tipos específicos de instalaciones. Con la ayuda económica de algunos Estados Miembros, se celebraron talleres y cursos de capacitación sobre aspectos especiales de las salvaguardias, como la contabilidad de los materiales nucleares, cuestiones relacionadas con el protocolo adicional y nuevos conceptos de salvaguardias.

Con la cooperación del PAEM sueco se preparó e impartió en Viena un curso de información sobre imágenes transmitidas por satélite concebido para inspectores y otros usuarios de ese tipo de imágenes del Organismo.

Como preparativo para la aplicación de técnicas de gestión de calidad a todas las actividades de salvaguardias, se preparó un taller sobre un sistema de gestión de la calidad y se celebraron cuatro talleres.

# SEGURIDAD DE LOS MATERIALES

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Mejorar la capacidad de los Estados Miembros para proteger los materiales nucleares y otros materiales radiactivos, mediante el intercambio de información, la elaboración de normas y guías, la capacitación y la asistencia mediante servicios de expertos y equipo, contra actividades subnacionales, y terroristas u otras actividades ilegales que puedan plantear una amenaza de proliferación, o que puedan poner en peligro la salud y la seguridad; y detectar y responder a tales incidentes.



## CUESTIONES CLAVE Y ASPECTOS MÁS DESTACADOS

- Los trágicos ataques terroristas ocurridos en los Estados Unidos de América el 11 de septiembre de 2001 han hecho que se centre gran atención en la necesidad de garantizar la eficacia de las medidas de seguridad para la protección de las instalaciones y los materiales nucleares y de otros materiales radiactivos. El nivel de protección contra las actividades terroristas y las amenazas subnacionales es motivo de extrema preocupación.
- El Organismo organizó una Conferencia Internacional, “Seguridad de los materiales: Medidas para prevenir, interceptar y responder a usos ilícitos de materiales nucleares y fuentes radiactivas”, que se celebró en Estocolmo en mayo.
- Respondiendo a una resolución de la Conferencia General, la Secretaría presentó un informe titulado “Medidas para mejorar la seguridad de los materiales nucleares y otros materiales radiactivos”, que incluía un plan de actividades para la labor del Organismo en esta esfera. La Junta de Gobernadores lo apoyó, y la Conferencia General tomó nota del plan en septiembre.
- La Reunión de expertos convocada por el Director General para examinar si era necesario revisar la Convención sobre la protección física de los materiales nucleares finalizó su labor, y llegó a la conclusión de que “existía una clara necesidad de fortalecer el régimen internacional de protección física”. Por recomendación de la Reunión de expertos, un grupo de expertos jurídicos y técnicos de composición abierta comenzó a elaborar un proyecto de enmienda de la Convención.

**Nota:** Los encabezamientos de este capítulo reflejan la reorganización de las actividades en 2001 del Programa del Organismo sobre la seguridad de los materiales nucleares y radiactivos.

- La Junta de Gobernadores aprobó asimismo los “Objetivos y principios fundamentales en materia de protección física”, como documento de Nociones fundamentales de seguridad. La Conferencia General acogió con agrado dicha aprobación.
- Respondiendo a una resolución de la Conferencia General aprobada en septiembre, en que se pedía al Director General que examinara minuciosamente las actividades y programas de la Secretaría con miras a fortalecer la labor relacionada con la prevención de actos de terrorismo en los que se utilicen materiales nucleares y otras fuentes radiactivas, el Director General presentó un informe a la Junta de Gobernadores en noviembre. En este informe, titulado “Protección contra el terrorismo nuclear”, se describe la respuesta de la Secretaría a la resolución aprobada en la Conferencia General. Las actividades en la esfera de la seguridad de los materiales fueron un componente importante del informe.
- En respuesta a solicitudes de los Estados Miembros, la Secretaría continuó organizando misiones de asesoramiento, cursos de capacitación y talleres para mejorar la eficacia de las medidas relacionadas con la seguridad de los materiales nucleares y radiactivos. Tras los sucesos de septiembre, la demanda de estos servicios aumentó considerablemente.

## PROTECCIÓN Y CONTROL DE MATERIALES NUCLEARES

A fin de seguir ayudando a los Estados Miembros a evaluar sus sistemas nacionales de protección física, el Organismo envió misiones del Servicio internacional de asesoramiento sobre protección física (IPPAS) a Indonesia y Ucrania. Se proporcionó a las autoridades gubernamentales de estos países buenas prácticas y recomendaciones para mejorar la protección física. Se celebraron reuniones preparatorias con dos Estados Miembros para la realización de misiones de seguimiento de anteriores misiones IPPAS. Se envió a Túnez una misión investigadora ampliada IPPAS, que abarcó la

seguridad de los materiales nucleares y otros materiales radiactivos y evaluó la necesidad de adoptar disposiciones de seguridad en un centro de investigaciones nucleares.

En respuesta a la creciente necesidad de incorporar una “amenaza base de diseño” (ABD) como parte de un sistema estatal de protección física, el Organismo realizó tres talleres, en Eslovaquia, Kazajstán, y Rumania para ayudar a las autoridades competentes de esos Estados en el establecimiento y mantenimiento de una ABD nacional. Otro taller para fomentar la cooperación regional en cuestiones comunes de protección física se celebró en Lituania. En Brno (República Checa) se celebró un curso regional de capacitación sobre la protección física de materiales e instalaciones nucleares. Por último, en Obninsk (Federación de Rusia) se celebró un nuevo curso práctico de capacitación en protección física sobre los aspectos prácticos de la instalación y el mantenimiento de equipo para protección física.

Los esfuerzos para ayudar a los Estados Miembros a establecer y aplicar normas y guías para la contabilidad y el control de materiales nucleares continuaron contribuyendo de manera importante a la protección física eficaz de los materiales nucleares. En 2001 continuó la estrecha cooperación con varios Estados y organizaciones regionales y se celebraron cursos en la Argentina y los Estados Unidos de América. La ayuda en la aplicación de las normas y guías se facilitó asimismo mediante programas de autoayuda utilizando cuestionarios de autoevaluación.

En mayo se celebró en Estocolmo una conferencia sobre “Seguridad de los Materiales: Medidas para prevenir, interceptar y responder a usos ilícitos de materiales nucleares y fuentes radiactivas”. La conferencia fue organizada por el Organismo en cooperación con la Organización Mundial de Aduanas, la Interpol y la Oficina Europea de Policía (Europol) y su anfitrión fue el Gobierno sueco. Los temas centrales fueron las medidas para reducir la posibilidad de actividades ilegales tales como el robo, el sabotaje y el tráfico ilícito de materiales nucleares, y los riesgos de proliferación e irradiación conexos. Posteriormente la Secretaría publicó en forma de nota un documento resumido que abarcó las

observaciones, declaraciones resumidas y medidas para el futuro.

### **ACTIVIDADES ILEGALES EN LAS QUE INTERVIENEN MATERIALES NUCLEARES Y OTROS MATERIALES RADIATIVOS**

En caso de fallo del sistema de protección física de los materiales nucleares, los Estados deben poder detectar e identificar los materiales nucleares y las fuentes radiactivas que cruzan ilegalmente las fronteras internacionales. A fin de mejorar las capacidades de los Estados Miembros para detectar envíos de materiales radiactivos en las fronteras y los puestos de control internos, la Secretaría patrocinó cursos a nivel nacional para oficiales de primera línea en Kazajstán y Azerbaiyán. Además, el Organismo patrocinó una reunión de jefes de autoridades aduaneras de los Nuevos Estados Independientes (NEI) en la Federación de Rusia, la primera de esta índole celebrada hasta ahora. En la reunión se decidió que representantes de cada una de las autoridades aduaneras de los NEI participarían en dos cursos de formación de instructores en la Academia Rusa de Aduanas en San Petersburgo. Hasta agosto se habían graduado del curso unos 60 participantes.

Continuó ampliándose la base de datos sobre tráfico ilícito (ITDB) labor que depende de que los Estados Miembros proporcionen información sobre los incidentes y las incautaciones. Se publicaron informes periódicos sobre aspectos destacados y tendencias en los incidentes de tráfico ilícito. La información de la ITDB se

utiliza también para ayudar al Organismo en sus esfuerzos por informar mejor al público sobre las amenazas contra la seguridad de los materiales nucleares. Se puso en circulación una versión mejorada de la ITDB en CD-ROM, para su utilización por los Estados Miembros, que ofrece un informe sobre los aspectos más destacados de los incidentes de tráfico ilícito, así como datos sobre sus tendencias. En respuesta a las sugerencias formuladas por los puntos de contacto de los Estados Miembros, se modificó el programa informático de la base de datos para poder detectar los nuevos atributos de los incidentes notificados, por ejemplo, mejores descripciones de las circunstancias de las incautaciones, incluidas las propiedades técnicas del material y los atributos delictivos.

En el marco de las actividades conexas, el análisis de información contenida en la ITDB proporcionó una base para la planificación y fijación de prioridades internas de las medidas fortalecidas contra el terrorismo nuclear. Ello se debe a que si bien la ITDB sólo contiene información sobre casos conocidos, proporciona un punto de partida útil para entender los tipos y cantidades de materiales nucleares y fuentes radiactivas incautadas durante el tráfico, los tipos de instalaciones que han sido blanco de robo, los tipos de personas que se han dedicado al tráfico, y lo que se sabe acerca del interés terrorista por los materiales nucleares o radiológicos. Como resultado de ello, el Organismo prosigue sus esfuerzos por recopilar datos y los informes posteriores a los incidentes, desde los análisis de laboratorio y los análisis forenses hasta los resultados finales de los casos delictivos, al objeto de aumentar la utilidad y eficacia de la ITDB.

# VERIFICACIÓN EN EL IRAQ CONFORME A LAS RESOLUCIONES DEL CONSEJO DE SEGURIDAD DE LAS NACIONES UNIDAS

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Proporcionar garantías creíbles al Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas de que el Iraq está cumpliendo las disposiciones de la resolución 687 (1991) y de otras resoluciones pertinentes del Consejo de Seguridad, mediante la aplicación de un sistema de verificación capaz de detectar, de manera oportuna, equipo, materiales y actividades prohibidos.

En 2001, los gastos del programa extrapresupuestario se elevaron a \$2 503 745.

## CUESTIONES CLAVE Y ASPECTOS MÁS DESTACADOS

- A pesar de la aprobación de la resolución 1284 (1999) que confirma su mandato en el Iraq, desde finales de 1998, el Organismo no ha estado en condiciones de ejecutar las actividades en el Iraq prescritas en el mandato recibido del Consejo de Seguridad. Por lo tanto, el Organismo no pudo dar ninguna garantía de que el Iraq estuviera cumpliendo sus obligaciones emanadas de esas resoluciones.

## OPERACIONES

Durante 2001, el Organismo no pudo ejecutar su programa de inspecciones con arreglo a lo estipulado en las resoluciones pertinentes del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas. Sin embargo, su Grupo de Acción ha continuado dispuesto a reanudar las actividades de vigilancia en el Iraq.

El Grupo de Acción se ha mantenido constantemente en contacto con la Comisión de las Nacio-

nes Unidas de Vigilancia, Verificación e Inspección (UNMOVIC) desde que ésta se estableciera al objeto de coordinar los esfuerzos con arreglo a lo pedido en la resolución 1284 (1999) del Consejo de Seguridad. Estos contactos han incluido intercambios sobre temas tales como la definición del apoyo logístico que deberá proporcionar la UNMOVIC al Organismo, la coordinación de los recursos para la reanudación de las actividades de inspección y las necesidades en materia de base de datos y comunicaciones para facilitar las operaciones y la aplicación de la vigilancia de las exportaciones e importaciones.

Con el apoyo de varios Estados Miembros, el Grupo de Acción coordinó el muestreo sobre el terreno de partículas atmosféricas para evaluar la capacidad de esta vigilancia ambiental para detectar actividades clandestinas en diversas condiciones operacionales. Se espera que las conclusiones técnicas se formularán en 2002.

## ANÁLISIS

Las actividades se centraron en el mejoramiento de los instrumentos analíticos y de inspección basados en la computadora, así como en el análisis detallado de la información acumulada de anteriores actividades sobre el terreno y en información reciente, como la obtenida de imágenes satelitales disponibles comercialmente. Estas actividades analíticas han confirmado la validez de la imagen técnicamente coherente que tenía el Organismo en diciembre de 1998 del programa nuclear clandestino pasado y de las capacidades en el ámbito nuclear del Iraq.

El Grupo de Acción revisó la lista de artículos y tecnologías a los que se aplica el mecanismo de exportación/importación aprobado por la resolución 1051 (1996) del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas.



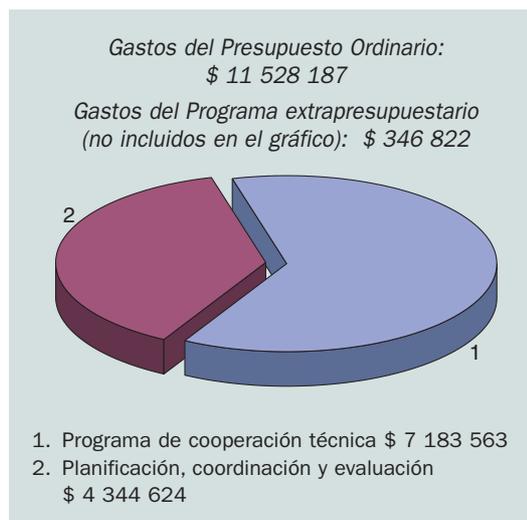


# **Programa del Organismo para 2001: Gestión**

# GESTIÓN DE LA COOPERACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Fortalecer la eficacia de un programa de cooperación técnica que aporte beneficios sociales y económicos concretos a los Estados Miembros.



## CUESTIONES CLAVE Y ASPECTOS MÁS DESTACADOS

- En 2001 la asistencia prestada por la Secretaría alcanzó la cifra sin precedentes de 71 millones de dólares por concepto de capacitación, servicios de expertos, equipo y otro tipo de asistencia para los Estados Miembros en el marco de su programa de cooperación técnica - el 7,6% más que en 2000 – pese a cancelaciones forzosas y aplazamiento de actividades en la mayoría de las regiones tras los sucesos del 11 de septiembre en los Estados Unidos de América. Este logro se debió, en parte, a los recursos humanos adicionales con que fue posible contar gracias a la decisión de la Junta de Gobernadores de permitir al Organismo utilizar, como medida excepcional en 2001, hasta un millón de dólares de los fondos de cooperación técnica para contratación de personal adicional en el Departamento de Cooperación Técnica. En junio la Junta recomendó aumentar la consignación del Presupuesto Ordinario para la gestión de las actividades de cooperación técnica, de modo que fuera posible mantener en plantilla al personal adicional.
- El Organismo inició trabajos preparatorios para el programa de cooperación técnica de 2003-2004. Dicha labor se caracterizó por el énfasis en proyectos que son apoyados por un programa nacional y que gozan del respaldo del gobierno. Gracias a este enfoque mejoró notablemente la formulación de las peticiones de proyectos en el marco del nuevo programa.
- La transferencia de tecnología fue el centro de interés del Foro Científico celebrado durante la reunión ordinaria de la Conferencia General de 2001. Durante el Foro se examinaron varios proyectos de cooperación técnica como estudios de casos y se analizaron los elementos que habían contribuido al éxito de dichos proyectos.
- Se crearon asociaciones más estratégicas a través de la firma de acuerdos con donantes bilaterales y una carta de intención con el Banco Mundial.

- Con la incorporación de cuatro nuevos Estados en el Organismo, el número de Estados Miembros/ territorios que se benefician de las actividades de cooperación técnica es actualmente de 106.

## PROGRAMA DE COOPERACIÓN TÉCNICA

Para lograr un programa de cooperación técnica coherente basado en los resultados se requiere más que unos proyectos bien concebidos. También es preciso trabajar con gobiernos e instituciones asociados siguiendo nuevos métodos a fin de tener una incidencia máxima a largo plazo. En 2001 destacaron cuatro tendencias de gestión:

- en primer lugar, el Organismo aumentó su apoyo a los esfuerzos de las instituciones que trabajaban con tecnologías nucleares para lograr una mayor autosuficiencia;
- en segundo lugar, prestó apoyo a la cooperación técnica entre países en desarrollo incrementando el uso de tecnología de la información y la comunicación dentro del programa de cooperación técnica;
- en tercer lugar, reconociendo la importancia de asociarse con otras organizaciones de las Naciones Unidas y con organizaciones bilaterales y multilaterales para tener una mayor incidencia con unos recursos limitados, el Organismo se esforzó especialmente por identificar a asociados y trabajar con ellos;
- en cuarto lugar, colaboró en importantes campañas nacionales y regionales para reforzar la base de los compromisos de los gobiernos.

Un aspecto cada vez más importante de la transferencia de tecnología es la necesidad de fomentar la autosuficiencia de las instituciones que se ocupan de la tecnología nuclear. Su importancia radica en que la cooperación técnica entre dos países en desarrollo es precursora de la cooperación *económica* entre muchos países en desarrollo.

Por ejemplo, en Sudáfrica las instituciones nucleares pasaron por un proceso de reajuste para ser más autosuficientes. Este cambio satis-

factorio ha permitido que el país dirija la transformación, en el contexto de un proyecto del AFRA, en la región poniendo a disposición a equipos especializados que contribuyan a aplicar los cambios necesarios en otros cinco países participantes en ámbitos como la generación de ingresos, la movilización de fondos y el control de la calidad. Este proceso dio lugar a una nueva sinergia en el continente que, a su vez, alentó a otros países (como Túnez) a iniciar programas de reajuste. Se incorporó la capacitación en gestión moderna, la comercialización y las relaciones con los clientes en los programas de todas las categorías de personal pertinentes. Además de administradores, se reunió en Pretoria a comisionados de energía atómica para debatir estrategias que permitan la racionalización e integración de programas científicos en los objetivos nacionales de desarrollo.

En Asia se registró otro éxito en la obtención de una mayor autosuficiencia. A raíz del apoyo del Organismo en la transferencia de tecnología y el compromiso del Gobierno, los ingresos mercantiles del Organismo de Energía Atómica (OEA) de Sri Lanka han aumentado casi un 100% durante los últimos diez años y actualmente equivalen al 35% del presupuesto de explotación, incluidos los salarios del personal del OEA. La falta de un laboratorio central de investigación nuclear en Sri Lanka se señaló como principal obstáculo para desarrollar la tecnología nuclear y prestar servicios a los usuarios finales. Para demostrar su compromiso, el Gobierno aprobó la cifra de 1,3 millones de dólares de apoyo al OEA en sus esfuerzos por establecer un nuevo complejo de laboratorios. El Organismo reconoció la prioridad nacional y ayudó al OEA a crear la infraestructura necesaria para la aplicación segura de las tecnologías nucleares. Han finalizado las obras del nuevo complejo de laboratorios, que ya está prestando sus servicios.

La tecnología de la información y la comunicación puede ayudar a reforzar la cooperación técnica entre los países en desarrollo. El Departamento de Medicina Nuclear del Hospital General de Yangon en Myanmar tiene tres cámaras gamma, pero el Hospital no ha podido mantener el equipo de forma regular ni introducir mejoras. Un experto de Sri Lanka, al que el Organismo dio capacitación en instrumentación y mantenimiento, fue contratado para ayudar al

Hospital a reparar y mejorar una de las cámaras gamma que emplea una tarjeta de computadora fabricada en Eslovenia. El experto también impartió capacitación a los técnicos del Hospital para que se comunicasen a través de Internet con otros técnicos del mundo, en particular con sus homólogos de Eslovenia, para perfeccionar las imágenes de la cámara y recibir orientación sobre el mantenimiento y la reparación periódicos de la misma. Este ejemplo demuestra la eficacia del fomento de la cooperación entre los países; se trata de un sistema estratégico para acrecentar la eficacia y la sostenibilidad de la tecnología y la cooperación regional.

En otras actividades conexas, siguiendo el ejemplo de un sitio web del ACR albergado en Malasia, el Organismo apoyó el desarrollo de los sitios web del ARCAL y del AFRA. El sitio del ARCAL está en español y ya ha demostrado ser un medio de comunicación y de intercambio de información muy útil y rentable.

La colaboración con otras organizaciones de las Naciones Unidas, así como con organizaciones multilaterales e instituciones homólogas, hacen que la incidencia del programa de cooperación técnica del Organismo – y los fondos con que se financia – sea mayor con respecto a los problemas que han de resolverse utilizando la tecnología nuclear. Así pues, la coordinación entre el Organismo y la UE es una prioridad para evitar la duplicación de esfuerzos o la atención insuficiente a determinados temas. Se invitó a expertos de la Unión Europea a participar en actividades regionales y se emprendieron misiones conjuntas. En 2001, las autoridades de la UE encargadas de los programas de asistencia en Europa decidieron reconocer el valor del proceso de planificación del Organismo. Un ejemplo de ello tuvo lugar en Bulgaria, donde el Organismo y la central nuclear de Kozloduy trabajaron en coordinación con el Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo y su fondo internacional para la clausura de Kozloduy para crear un sistema de control e información sobre la gestión de proyectos que apoye la clausura de las unidades 1 y 2. Otro ejemplo se dio en Lituania, donde a principios de 2001 se formuló un plan de trabajo detallado sobre asistencia del Organismo y actividades coordinadas con otros donantes. Entre los logros relacionados con la asistencia prestada por el Organismo se cuentan

los cambios dentro de la infraestructura pública mediante la creación de una nueva organización de gestión de los desechos radiactivos y el aumento del número de personal que trabaja en la autoridad reguladora de seguridad nuclear de Lituania.

En América Latina, las autoridades costarricenses esperan recibir asistencia del Organismo en relación con su campaña nacional para construir un instituto oncológico. Se pidió al Organismo que brindase capacitación al personal del instituto para poder elaborar un programa nacional de oncología. A fin de mostrar su compromiso con el proyecto, el instituto de contraparte aportará una importante contribución extrapresupuestaria al Organismo. Ya ha comenzado la prestación de asistencia mediante misiones de expertos para definir las especificaciones técnicas relativas a los equipos, que comprará el instituto de contraparte.

Un medio fundamental de aumentar la incidencia de los programas consiste en aprovechar los compromisos del Gobierno colaborando con las campañas nacionales y regionales. Por ejemplo, los dirigentes africanos que participaron en la 37ª Cumbre de la OUA aprobaron el Plan de Acción de la Campaña panafricana de erradicación de la mosca tsetse y la tripanosomiasis (PATTEC). Esta campaña se centra en enfoques por zonas para la erradicación de la mosca tsetse. La PATTEC brinda una oportunidad y proporciona un mecanismo a las organizaciones autorizadas del sistema de las Naciones Unidas que trabajan con la OUA para diseñar y aplicar medidas de intervención que ayuden a combatir la infestación de tsetse (véase Recuadro 1). La campaña se lanzó oficialmente en Uagadugú (Burkina Faso) en septiembre de 2001, y contó con el apoyo de Estados Miembros, que la respaldaron en importantes foros, entre ellos el Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas, la FAO, la OMS y la Conferencia General del Organismo. También se recibió apoyo técnico del Programa contra la Tripanosomiasis Africana. Parte del entusiasmo por la campaña estaba ocasionado por los recientes datos de Zanzíbar (República Unida de Tanzania), donde, tras la erradicación de la mosca tsetse, se ha triplicado la producción de leche, se ha duplicado la producción local de carne vacuna y el número de agricultores que abonan los cultivos

con estiércol se ha multiplicado por cinco. Gracias a la asistencia del Organismo y una contribución extrapresupuestaria del Fondo de la OPEP, se ha creado un nuevo entorno favorable al desarrollo ganadero.

El compromiso del Gobierno también puede apreciarse en la repartición de gastos. A modo de ejemplo, en la República Árabe Siria finalizó la construcción de un gran ciclotrón para la producción de radionucleidos con fines médicos, proyecto al que el Gobierno destinó más de 1,5 millones de dólares.

### **PLANIFICACIÓN, COORDINACIÓN Y EVALUACIÓN**

Empezaron las actividades iniciales para la preparación del programa de cooperación técnica de 2003-2004. Además de los debates con los distintos países y grupos regionales para establecer las necesidades prioritarias de cada uno, una parte importante de este trabajo fue la preparación de planes temáticos. Esos planes constituyen uno de los tres instrumentos más importantes de la Estrategia de cooperación técnica y su vigencia no se limita a un único bienio, sino que se establecen a largo plazo. Se derivan de una evaluación de las posibles ventajas de las técnicas nucleares y los datos sobre actividades pasadas y forman parte de las medidas del Organismo para ampliar su ventaja comparativa. En 2001 finalizaron dos planes temáticos, uno sobre la gestión de las zonas costeras y otro sobre el control por zonas de la mosca tsetse utilizando la técnica de los insectos estériles (TIE). Mientras que el plan sobre la aplicación de la TIE se basa en muchos años de experiencia del Organismo en este ámbito, el plan sobre la gestión de las zonas costeras, preparado en cooperación con el OIEA-MEL de Mónaco, apoya las nuevas iniciativas del Organismo en un ámbito de creciente importancia para la población mundial.

Durante el año prosiguió la tendencia de aumentar los recursos financieros destinados al programa de cooperación técnica. El total de los nuevos recursos ascendió a 71,1 millones de dólares, 3,1 millones más que en 2000. Los recursos extrapresupuestarios alcanzaron los 7,1 millones, el monto más elevado en más de

diez años, incluida la repartición de gastos con los gobiernos de 2,6 millones, lo cual constituye una tendencia alentadora que demuestra el compromiso a nivel de gobierno con las actividades de cooperación técnica del Organismo. Se introdujo el principio de la “tasa de consecución”, que mide la proporción del total de pagos de contribuciones voluntarias al Fondo de Cooperación Técnica (FCT) con respecto a la cifra objetivo del FCT para un año del programa. Los Estados Miembros alcanzaron la tasa de consecución del 80% fijada para el año. Setenta y ocho países efectuaron promesas al FCT para 2001, el número más elevado jamás alcanzado; sin embargo, hasta la fecha, sólo 65 han hecho efectiva su promesa parcial o íntegramente. Los Estados Miembros deberán hacer esfuerzos especiales para pagar íntegramente la parte que les corresponde en 2002 a fin de alcanzar la tasa de consecución del 85% fijada por la Conferencia General para ese año.

El Organismo avanzó en la mejora de TC-PRIDE (Ambiente de difusión de información sobre proyectos de cooperación técnica), el sistema en línea de información sobre proyectos que facilita información detallada en tiempo real sobre los presupuestos y la ejecución del programa de cooperación técnica. Se añadieron nuevos tipos de informes que aumentaron su utilidad como herramienta de gestión para el personal del Organismo. También aumentó considerablemente el número de usuarios registrados en los Estados Miembros, pasando de 76 países en enero de 2001 a 100 a finales del año.

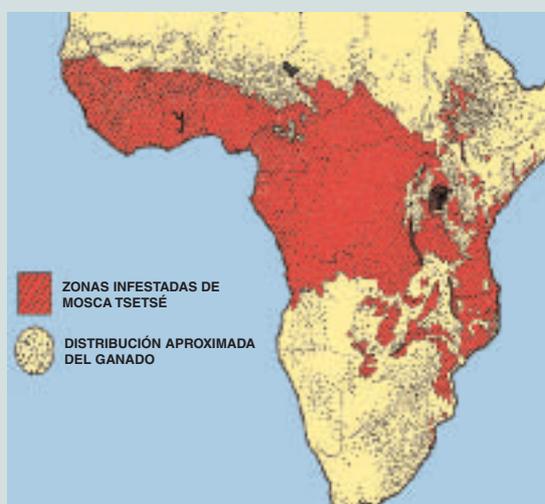
Tal como solicitaron los Estados Miembros, el Organismo sigue mejorando los procesos y los sistemas de su programa de cooperación técnica. Por ejemplo, se introdujo un nuevo sistema de gestión de cursos para mejorar la eficacia al organizar un curso de capacitación. En un informe de evaluación interna se analizaron proyectos concretos, mecanismos de transferencia de tecnología y nuevas tendencias dentro del programa de cooperación técnica para proporcionar una “cesta” de indicadores de éxito de los programas. Una de las innovaciones fue la introducción de la evaluación participativa. Con el apoyo del Organismo, el Brasil comenzó una evaluación interna de su programa nacional. Como se puede apreciar a partir de los ejercicios en curso, las partes interesadas tienen mayor

predisposición a poner en práctica la experiencia adquirida mediante la evaluación si han partici-

pado personalmente en el proceso por el que se ha adquirido dicha experiencia.

**RECUADRO 1: LA MOSCA TSETSE: OBSTÁCULO AL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO EN ÁFRICA**

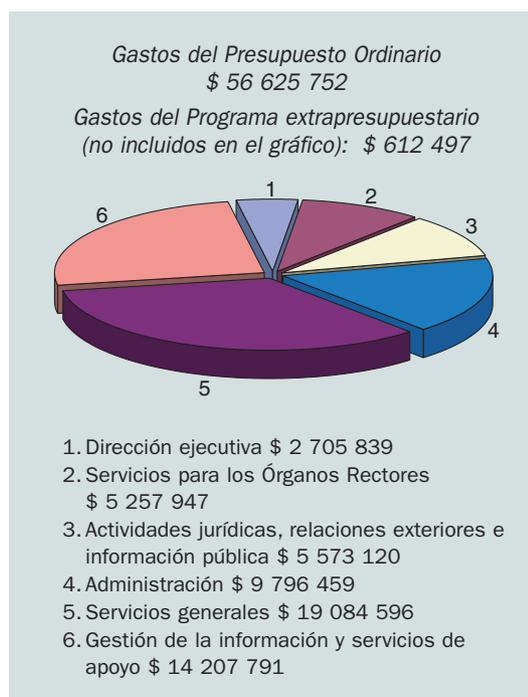
La combinación de las dos imágenes que se muestran a continuación da fuerza al argumento innegable de que la mosca tsetse y la tripanosomiasis son obstáculos al desarrollo socioeconómico de África. La mosca tsetse infesta aproximadamente 10 millones de km<sup>2</sup> de tierra fértil que se extienden por 37 países. La mayoría de los países infestados de mosca tsetse son países pobres muy endeudados (PPME), como se ve en la imagen superior. No se puede criar ganado, muy importante para la producción agrícola, en las zonas infestadas de la mosca tsetse. En la imagen inferior figura la distribución de ganado en África y las áreas infestadas de mosca tsetse. La FAO ha calculado que África pierde aproximadamente 4 500 millones de dólares al año debido a enfermedades transmitidas por la mosca tsetse. Asimismo, la OMS ha calculado que más de 550 000 personas están infectadas con la enfermedad del sueño. Se calcula que 30 000 se contagian cada año y que más de 60 millones de personas que viven en esos países corren el riesgo de contagiarse.



# FORMULACIÓN DE POLÍTICAS, GESTIÓN Y SERVICIOS DE APOYO

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Lograr niveles óptimos de eficiencia, eficacia y transparencia en la gestión y establecer servicios de apoyo más eficaces y eficientes.



## ACTIVIDADES JURÍDICAS

El Organismo siguió fomentando la elaboración de legislaciones básicas y globales sobre energía nuclear que regulen la protección radiológica, la seguridad nuclear y radiológica, la responsabilidad por daños nucleares, las salvaguardias y la protección física. En particular, 13 países recibieron asistencia mediante observaciones escritas o asesoramiento sobre legislaciones nacionales concretas presentadas al Organismo para su examen. Asimismo, a petición de nueve Estados Miembros, el Organismo brindó capacitación individual sobre cuestiones relativas a la legislación nuclear.

En respuesta a las decisiones de la Junta de Gobernadores en sus reuniones de diciembre de 1999 y noviembre de 2001 relativas a la ejecución del proyecto modelo de cooperación técnica sobre mejoramiento de las infraestructuras de protección radiológica, se siguió dando prioridad a la prestación de asistencia legislativa a los Estados Miembros que todavía deben establecer un marco legislativo y de reglamentación para la aplicación de normas adecuadas relacionadas con la salud y la seguridad a los proyectos del Organismo, incluidos los proyectos de cooperación técnica. También se prestó asesoramiento sobre:

- El establecimiento de un marco jurídico que regule la protección radiológica, la seguridad de las fuentes de radiación y la seguridad en la gestión de los desechos radiactivos (para los países africanos de habla inglesa y para los países de América Latina);
- La aplicación efectiva de legislación nacional sobre energía nuclear para países de Europa oriental;
- La redacción de la legislación nuclear para determinados Estados Miembros.

El Organismo ha preparado un nuevo *Manual de Legislación sobre Energía Nuclear* para prestar asistencia a legisladores, funcionarios públicos, expertos técnicos, abogados y usuarios en general de las tecnologías nucleares a entender los requisitos y procedimientos básicos de la legislación sobre energía nuclear. En el manual se describe el carácter general de la legislación sobre energía nuclear y su procedimiento de elaboración y aplicación. Asimismo, se presenta una visión panorámica resumida de los ámbitos específicos relacionados con el uso de materiales y técnicas nucleares, tales como los elementos de la legislación sobre energía nuclear, la protección radiológica, la seguridad nuclear y radiológica, la responsabilidad por daños nucleares y su cobertura, la no proliferación y la protección física. El manual se publicará en 2002.

Una reunión de expertos de composición abierta siguió tratando la cuestión de la enmienda de la Convención sobre la protección física de los materiales nucleares. En mayo, la reunión de expertos llegó a la conclusión en su informe de que existía “una clara necesidad de fortalecer el régimen internacional de protección física” y que se debería utilizar toda una serie de medidas, incluida la elaboración de una enmienda bien definida para fortalecer la Convención sobre la protección física de los materiales nucleares, que los Estados Parte habrían de examinar con vistas a determinar la conveniencia de remitirla a una conferencia de enmienda de conformidad con el artículo 20 de la Convención. En su informe final, la reunión de expertos señaló que la enmienda bien definida debería abordar los temas siguientes: ampliación del alcance a fin de abarcar, además de los materiales nucleares durante su transporte internacional, los materiales nucleares durante su utilización, almacenamiento y transporte nacionales, así como la protección de los materiales y las instalaciones nucleares contra el sabotaje; la importancia de la responsabilidad nacional respecto de la protección física; la importancia de la protección de la información confidencial; los Objetivos y Principios Fundamentales en materia de Protección Física; y las Definiciones. La reunión recomendó que no se incluyesen otras cuestiones en la enmienda de la Convención, a saber, el requisito de presentar informes a la comunidad internacional sobre la aplicación de la protección física; el mecanismo de examen por homólogos;

la aplicación obligatoria de INFCIRC/225, por ejemplo, mediante la referencia directa, así como mediante la “consideración debida”; la supervisión internacional obligatoria de las medidas de protección física; y la utilización de los materiales y las instalaciones nucleares con fines militares.

En respuesta a las recomendaciones de la reunión de expertos, el Director General convocó un grupo de expertos jurídicos y técnicos de composición abierta para redactar una enmienda. En esta reunión, que se celebró en diciembre y en la que participaron 43 Estados y la Comisión Europea, se logró hacer un análisis completo y detallado del alcance de las posibles enmiendas de la Convención. El grupo proseguirá su labor en una segunda reunión en 2002.

## INFORMACIÓN PÚBLICA

El grado de interés por las cuestiones nucleares a nivel mundial siguió siendo elevado durante todo el año, pero especialmente después de los ataques del 11 de septiembre en los Estados Unidos, cuando cuestiones tales como la protección física de los materiales nucleares, el tráfico ilícito y el posible uso de armas no convencionales por grupos subnacionales comenzaron a ocupar un lugar preponderante. El Organismo inició una campaña de prensa sobre “La lucha contra el terrorismo nuclear”, que dio lugar a una amplia cobertura del Organismo por los medios de información.

Al mismo tiempo, el Organismo hizo más énfasis en el aumento de la claridad y transparencia, y en las actividades de divulgación orientadas a sus grupos tradicionales utilizando diversos métodos. Para la realización de estas actividades se contó con financiación extrapresupuestaria de los Estados Miembros, en particular del Japón y los Estados Unidos. Por ejemplo, en el segundo semestre del año la cadena CNN transmitió mensajes de interés público de diversa duración sobre la labor del Organismo, que también se dio a conocer a través de seminarios informativos celebrados en Eslovenia, Indonesia, la República de Corea y Sudáfrica.

Se mejoró y amplió aún más el sitio web *World Atom* del Organismo, lo que redundó en un

aumento considerable del número de visitas a este sitio. Un acontecimiento importante en el mes de abril fue la cobertura por diversos medios de comunicación del 15º aniversario del accidente de Chernóbil. Como órgano líder dentro del sistema de las Naciones Unidas, el Organismo también dirigió el trabajo preliminar de información pública para las celebraciones del “Día Mundial del Agua”, que tuvieron lugar en marzo de 2002 en la Sede del Organismo en el Centro Internacional de Viena (CIV). Parte de ese trabajo preliminar consistió en la creación de un sitio web temático que se inauguró en diciembre (<http://waterday2002.iaea.org/English/index.html>).

## GESTIÓN FINANCIERA

La Conferencia General asignó la suma de 230 millones de dólares para el Presupuesto Ordinario del Organismo de 2001, sobre la base de un tipo de cambio de 12,70 chelines austriacos por dólar de los Estados Unidos, de los cuales 225,1 millones de dólares estuvieron asociados a programas del Organismo. Esta última suma fue ajustada a 193,1 millones de dólares para tener en cuenta el tipo de cambio medio de las Naciones Unidas (15,3642 chelines austriacos por dólar de los Estados Unidos) aplicado realmente durante el año.

El Presupuesto Ordinario para 2001, a un tipo de cambio de 15,3642 chelines austriacos por dólar de los Estados Unidos, ascendió a 197,2 millones de dólares, de los cuales 189,1 millones de dólares se habrían de financiar con las cuotas de los Estados Miembros sobre la base de la escala de prorrateo para 2001, 4,1 millones de dólares con los ingresos de trabajos reembolsables para otras organizaciones y 4 millones de dólares con otros ingresos varios.

Los gastos reales del Presupuesto Ordinario del Organismo en 2001 ascendieron a 196,8 millones de dólares, de los cuales 192,9 millones de dólares estaban relacionados con los programas del Organismo. El presupuesto no utilizado de los programas del Organismo se elevó a 0,1 millones de dólares, mientras que el total del presupuesto no utilizado fue de 0,4 millones de dólares, tomando en cuenta los trabajos reembolsables para otras organizaciones.

La cifra objetivo de las contribuciones voluntarias al Fondo de Cooperación Técnica para 2001 se fijó en 73 millones de dólares, de los cuales los Estados Miembros prometieron 58 millones de dólares.

Se pudo disponer realmente de un total de 51,7 millones de dólares en recursos extrapresupuestarios para los programas del Organismo. Este total se compuso de 17,7 millones de dólares por concepto de saldo no utilizado arrastrado de 2000 y 34 millones de dólares de fondos extrapresupuestarios adicionales puestos a disposición en 2001. Los gastos de 2001 ascendieron a 26,8 millones de dólares, de los cuales el 55% se gastó con cargo a fondos de los Estados Unidos, principalmente en apoyo de los programas del Organismo para actividades de salvaguardias. Un 14% aproximadamente de los gastos de 2001 se hizo con cargo a fondos proporcionados por el Japón y se utilizaron principalmente para financiar actividades relativas a la seguridad de las instalaciones nucleares en países del Asia sudoriental, el Pacífico y el Lejano Oriente. Otro 10% procedente de fondos aportados por países de la Unión Europea, se utilizó básicamente para financiar programas de apoyo a las actividades de salvaguardias del Organismo. El 21% restante de los gastos correspondientes a 2001 se cubrió con cargo a fondos de otros donantes, y en su mayor parte se utilizó para financiar actividades de verificación en el Iraq y actividades en el sector de la agricultura y la alimentación.

## GESTIÓN DE PERSONAL

Al centrarse en las relaciones personal – administración, la administración del Organismo y el Consejo del Personal acordaron realizar una encuesta para obtener información del personal que ayudase a definir el clima de trabajo actual y a evaluar el grado de satisfacción en el trabajo y de moral. Tras la presentación de los resultados al personal y el examen de la encuesta en la Conferencia del Personal Directivo Superior en enero de 2001, el Director General pidió la creación de un grupo de trabajo para elaborar un plan de acción que abordase las cuestiones planteadas en la encuesta. En este plan de acción, que se aplicará en 2002, se incluyen mejoras en los ámbitos de la comunicación, el desarrollo profesional, la eficacia en el liderazgo y la

gestión, la gestión del desempeño y la identidad de la organización.

El Organismo ha iniciado numerosas actividades encaminadas a simplificar los procedimientos de contratación y aumentar la representación de personal de cuatro grupos en particular: los países en desarrollo, los Estados Miembros subrepresentados o no representados, y las mujeres. Asimismo, ha aumentado el uso de Internet para la distribución de los anuncios de vacantes. El Director General también ha creado un grupo asesor internacional – integrado por miembros procedentes de asociaciones profesionales del ámbito nuclear – para que lo asesoren y le recomienden formas de abordar las cuestiones relativas a la paridad entre los sexos dentro del programa del Organismo y de aumentar la representación de las mujeres en la Secretaría.

Un importante desafío que enfrenta el Organismo es la previsión de que el 42% de los puestos en los campos científicos y técnicos sujetos a distribución geográfica quedarán vacantes en los próximos siete años. Esta necesidad de personal especializado debe considerarse a la luz de la disminución de la reserva de recursos humanos en el sector nuclear. Al mismo tiempo que redobla sus esfuerzos en materia de contratación, la Secretaría también se propone alentar a los Estados Miembros a que incluyan al Organismo en sus planes de acción para asegurar la disponibilidad de una fuerza de trabajo cualificada en el sector nuclear.

A finales de 2001 había 2 205 funcionarios en la Secretaría: 950 en el Cuadro Orgánico y categorías superiores y 1 255 en la categoría de Servicios Generales. Estas cifras corresponden a 1 638 funcionarios de plantilla, 324 funcionarios supernumerarios y 154 funcionarios contratados con fondos extrapresupuestarios, así como 64 expertos y 25 consultores a título gratuito. Noventa y cinco nacionalidades estaban representadas entre los 689 funcionarios que ocupaban puestos sujetos a distribución geográfica.

## GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN

A raíz de una recomendación del Grupo de Trabajo sobre tecnología de la información, los

servicios informáticos centrales del Organismo se trasladaron al Departamento de Administración para crear la División de Tecnología de la Información. Posteriormente, también se transfirió la función de telecomunicaciones a esta división recién creada para fomentar la integración y mejorar la planificación en la adopción de tecnologías incipientes. Asimismo, se creó un Comité interdepartamental de TI para fortalecer la coordinación a fin de poder aplicar de manera eficaz y eficiente soluciones de TI adecuadas en todo el Organismo. El Comité definirá las prioridades y fijará las normas de TI, incluidas las relativas a la seguridad. A este respecto, prosiguió la migración de las computadoras personales en toda la Secretaría a programas informáticos estándar. Una de las características principales de esta migración será el aumento de la seguridad.

Finalizó el proceso de licitación, evaluación técnica y órdenes de compra de todo el equipo de infraestructura de TI adquirido con cargo al Fondo de Renovación de Equipo 2000. Se mejoraron los servidores S/390 y Unix y se adoptaron las primeras medidas importantes hacia la mejora de la red, que se llevará a cabo en etapas durante los próximos años.

Se preparó una nueva versión de *GovAtom*, el sitio web de acceso restringido del Organismo que contiene los documentos de los Órganos Rectores. El formato de la versión mejorada, basada en la información recibida de los Estados Miembros y sus misiones permanentes en Viena, es de uso más sencillo y cuenta con una función mejorada de búsqueda de documentos. También permite el acceso a documentos en idiomas distintos del inglés.

## SERVICIOS DE BIBLIOTECA

En vista de la desaparición de los servicios comunes de biblioteca en 2002, el Organismo ha realizado durante el año esfuerzos considerables por reorganizar la Biblioteca del CIV. Entre las actividades realizadas figuraron: el examen, la evaluación y la selección de los recursos de información que el Organismo requerirá; la reducción y reorganización de los recursos humanos y financieros para la prestación de los servicios de biblioteca; y la prestación de asistencia a la

Oficina de las Naciones Unidas en Viena y la OTPCE para garantizar que los servicios de biblioteca se sigan prestando normalmente.

Se actualizaron los recursos electrónicos de información del sitio web de la Biblioteca del CIV, *VICLNET*, que ofrece el acceso a 216 publicaciones electrónicas suscritas, 227 publicaciones de Internet gratuitas, 24 bases de datos y ocho servicios de información electrónica comercial. Además, se actualizaron 32 529 registros del catálogo de acceso público en línea de la Biblioteca.

Los servicios prestados por la Biblioteca a los Estados Miembros incluyeron: el acceso a distancia a *VICLNet* y servicios de entrega de documentos para el personal de las misiones permanentes radicadas en Viena. Para las instituciones de los Estados Miembros, la Biblioteca atendió a 139 solicitudes de materiales audiovisuales y otros materiales de información de las colecciones de la Biblioteca. Se brindó capacitación periódica a los usuarios de la Biblioteca para fomentar los servicios electrónicos de información y crear capacidades para su empleo. Con ese fin se realizó un total de 61 cursos de capacitación.

## SERVICIOS DE CONFERENCIAS Y PUBLICACIONES

Se aprobó un informe sobre categorías simplificadas de reuniones del Organismo destinado a racionalizar y reducir su número. En el marco de las actividades conexas se finalizó el diseño informático de un sistema de reuniones para todo el Organismo y se inició la planificación de un sistema electrónico de reserva de salas. Se hizo mayor uso de las instalaciones del Organismo para videoconferencias, pasando de 36 reuniones en 1999 a 61 en 2000 y 117 en 2001.

Los esfuerzos realizados para aumentar la difusión electrónica de las publicaciones del Organismo dieron lugar a la concertación de nuevos acuerdos con distribuidores comerciales para la venta y la comercialización en línea de determinados títulos. Asimismo, se pusieron a disposi-

ción gratuitamente los textos íntegros de las últimas publicaciones de la Colección de Normas de Seguridad en el sitio web *WorldAtom* del Organismo (<http://www.iaea.org/worldatom/Books/>). Entre las actividades de publicación figuraron la producción de 182 libros, informes, números de publicaciones periódicas, CD-ROM, boletines y folletos.

Se dio mayor divulgación a las publicaciones del Organismo mediante la elaboración de catálogos actualizados y la exposición de libros en ferias internacionales del libro y reuniones profesionales, como la Conferencia Americana Anual sobre Seguridad Radiológica, el 4º Seminario Europeo Anual de Gestión del Combustible Nuclear, la Reunión Anual del Círculo de Medicina Nuclear, la Reunión Anual de la Federación Internacional de Asociaciones e Instituciones de Bibliotecas, la Feria Internacional del Libro de Frankfurt, Gestión de los Desechos 2001 y el Congreso Regional de la AIPR sobre Investigación Radiológica.

Con el fin de prestar los servicios más eficientes y eficaces en función de los costos a los Estados Miembros, el Organismo decidió transferir la producción de la revista *Nuclear Fusion* al Institute of Physics Publishing (IOPP) del Reino Unido a partir del número de enero de 2002. Aunque la política y el control editoriales seguirán siendo responsabilidad del Organismo (incluido el funcionamiento de la oficina editorial de la revista), el IOPP se ocupará de la edición, el diseño, la impresión y la distribución.

En la esfera de las traducciones, se siguió trabajando en la introducción de un programa de traducción asistida por computadora – concebido para mejorar la coherencia y la eficacia – y en la elaboración de una base de datos terminológica centralizada. En comparación con 2000, el número de páginas traducidas aumentó un 2%.

En 2001 prosiguió la tendencia de realizar más producciones en color y menos publicaciones. En comparación con 2000 se redujo el número de páginas impresas en un 2,3%. La principal razón de esta reducción es el mayor énfasis en la difusión electrónica de las publicaciones del Organismo.

## SISTEMA INTERNACIONAL DE DOCUMENTACIÓN NUCLEAR

El Sistema Internacional de Documentación Nuclear (INIS) acopia y distribuye información científica sobre todos los ámbitos de la ciencia y la tecnología nucleares publicada en los Estados Miembros, así como información bibliográfica y los textos completos de documentos, como informes y disertaciones, que no se pueden obtener fácilmente por los conductos comerciales (literatura no convencional (LNC)). Actualmente el número de miembros participantes se eleva a 122, e incluye 103 países y 19 organizaciones internacionales.

Se añadieron en total 69 391 registros a la base de datos, lo que representa un aumento de 3 677 registros con respecto a 2000. Actualmente hay 2 283 882 registros en la base de datos del INIS. Esta cifra incluye 6 170 registros bibliográficos preparados como contribuciones voluntarias por miembros del INIS (incluidas revistas en formato electrónico y 657 registros de LNC de la British Library) y 8 111 registros preparados por la Secretaría del INIS (3 929 documentos del Organismo y de las Naciones Unidas, junto con 4 182 registros electrónicos y documentos de LNC de la British Library).

El Organismo firmó un acuerdo con Elsevier Science BV para la adquisición de registros bibliográficos electrónicos. Estos registros se perfeccionarán para ajustarlos a las normas del INIS y se añadirán a la colección de artículos de revistas científicas básicas. Este proyecto ha sido financiado por miembros del INIS de los Estados Unidos de América, Irlanda, los Países Bajos y el Reino Unido.

A finales de 2001 había 128 suscripciones pagadas y gratuitas a la base de datos del INIS en Internet, de un total de 70 068 usuarios, lo que constituye un aumento importante con respecto al año anterior. La base de datos del INIS en CD-ROM tenía 438 suscripciones pagadas y gratuitas.

El Organismo continuó su arreglo cooperativo con el banco de datos de la AEN/OCDE. En 2001

se distribuyeron 366 (de 3 594) programas informáticos a usuarios de los Estados Miembros que no son miembros de la OCDE; ocho programas informáticos (de 149) fueron aportados por Estados Miembros que no son miembros de la OCDE.

El Organismo distribuye literatura no convencional en CD-ROM a los usuarios de los Estados Miembros. El INIS recibió más documentos de LNC en 2001 que en el año anterior: se añadieron a la colección de LNC 6 757 documentos, con un total de 290 042 páginas, en comparación con 5 083 documentos (351 819 páginas) en 2000. De éstos, 3 446 fueron procesados en imágenes por la Dependencia de Intercambio de Información del INIS, con un total de 153 384 páginas escaneadas. Esto corresponde a 29 CD-ROM, de un total de 189 CD-ROM desde que comenzó el procesamiento en imágenes (más de 2 300 000 páginas).

El porcentaje de LNC presentada (en relación con el total de contribuciones bibliográficas de LNC) ha disminuido, tendencia que se ha observado durante los últimos años. La LNC es ahora más difícil de adquirir debido a los cambios en materia de distribución que ha entrañado el uso de Internet. Sin embargo, esto se ha compensado con un aumento del número de hiperenlaces existentes para el acceso en línea.

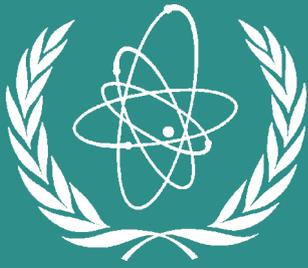
En 2001 se distribuyeron en total 1 624 CD-ROM de LNC (pagados o gratuitos). Las copias de todos estos CD-ROM se hacen en la organización. Además, la Dependencia de Intercambio de Información del INIS distribuyó 1 542 documentos en formato electrónico al personal del Organismo y a usuarios de los Estados Miembros.

Como parte de los servicios web del INIS, se pusieron a disposición dos bases de datos, una sobre reactores rápidos (<http://www.frd.iaea.org/index.html>) y otra sobre sistemas accionados por aceleradores (<http://www.adsdb.iaea.org/index.cfm>). Ambas bases de datos forman parte de un sitio web del Organismo sobre adelantos tecnológicos en los reactores rápidos y los sistemas accionados por aceleradores para la trasmutación de actínidos y productos de fisión

de período largo, que se inauguró en junio de 2001 (<http://www.iaea.org/inis/aws/fnss>). Entre otros proyectos figuran un directorio de información nuclear en Internet (<http://www.iaea.org/inis/ws/index.html>) y la base de conocimientos sobre reactores refrigerados por gas (<http://www.iaea.org/inis/aws/htgr/>).

El Organismo pone a disposición de los miembros del INIS materiales de promoción para su uso en sus países. A este respecto, la Secretaría del INIS reforzó su programa de comercialización a fin de aumentar el uso de los servicios del INIS, contando durante este proceso con el firme apoyo de los oficiales de enlace con el INIS.





# Anexo

## ANEXO

CUADRO A1. ASIGNACIÓN Y UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS DEL PRESUPUESTO ORDINARIO EN 2001

Programa	Presupuesto de 2001 GC(44)/6 (a 12,70 Chel.A.)	Presupuesto ajustado de 2001 (a 15,3642 Chel.A.)	Gastos totales en 2001		Presupuesto no Utilizado (rebasado) (2) – (3) (5)
			Cantidad (3)	% del Presupuesto ajustado (3) / (2) (4)	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Energía Nucleoeléctrica	4 636 000	4 031 000	4 124 557	102,32%	(93 557)
Tecnología del ciclo del combustible nuclear y de gestión de desechos	5 835 000	5 086 000	5 018 868	98,68%	67 132
Evaluación comparativa para el desarrollo energético sostenible	2 727 000	2 366 000	2 336 980	98,77%	29 020
<b>Total parcial</b>	<b>13 198 000</b>	<b>11 483 000</b>	<b>11 480 405</b>	<b>99,98%</b>	<b>2 595</b>
Agricultura y alimentación	11 004 000	9 736 000	9 675 594	99,38%	60 406
Sanidad Humana	6 218 000	5 516 000	5 510 295	99,90%	5 705
Medio ambiente marino y recursos hídricos	6 020 000	5 205 000	5 244 874	100,77%	(39 874)
Aplicaciones de las ciencias físicas y químicas	9 834 000	8 826 000	8 822 587	99,96%	3 413
<b>Total parcial</b>	<b>33 076 000</b>	<b>29 283 000</b>	<b>29 253 350</b>	<b>99,90%</b>	<b>29 650</b>
Seguridad nuclear	6 224 000	5 339 000	5 428 683	101,68%	(89 683)
Seguridad radiológica	3 805 000	3 287 000	3 675 857	111,83%	(388 857)
Seguridad de los desechos radiactivos	2 267 000	1 951 000	1 705 990	87,44%	245 010
Coordinación de las actividades de seguridad	3 054 000	2 655 529 <sup>a</sup>	2 421 905	91,20%	233 624
<b>Total parcial</b>	<b>15 350 000</b>	<b>13 232 529</b>	<b>13 232 435</b>	<b>100,00%</b>	<b>94</b>
Salvaguardias	81 890 000	69 937 000	69 970 800	100,05%	(33 800)
Seguridad de los materiales	1 093 000	938 000	869 058	92,65%	68 942
<b>Total parcial</b>	<b>82 983 000</b>	<b>70 875 000</b>	<b>70 839 858</b>	<b>99,95%</b>	<b>35 142</b>
Gestión de la cooperación técnica para el desarrollo	13 641 000	11 557 471 <sup>a</sup>	11 528 187	99,75%	29 284
<b>Total parcial</b>	<b>13 641 000</b>	<b>11 557 471</b>	<b>11 528 187</b>	<b>99,75%</b>	<b>29 284</b>
<b>Formulación de políticas, gestión y servicios de apoyo</b>					
Dirección ejecutiva	3 064 000	2 612 000	2 705 839	103,59%	(93 839)
Servicios para los Órganos Rectores	6 237 000	5 342 000	5 257 947	98,43%	84 053
Actividades jurídicas, relaciones exteriores e información pública	7 095 000	6 113 000	5 573 120	91,17%	539 880
Administración	12 234 000	10 414 000	9 796 459	94,07%	617 541
Servicios generales	23 080 000	19 281 000	19 084 596	98,98%	196 404
Gestión de la información y servicios de apoyo	15 135 000	12 867 000	14 207 791	110,42%	(1 340 791)
<b>Total parcial</b>	<b>66 845 000</b>	<b>56 629 000</b>	<b>56 625 752</b>	<b>99,99%</b>	<b>3 248</b>
<b>TOTAL - Programas del Organismo</b>	<b>225 093 000</b>	<b>193 060 000</b>	<b>192 959 987</b>	<b>99,95%</b>	<b>100 013</b>
Trabajos realizados para otras organizaciones, reembolsables	4 891 000	4 174 000	3 844 129	92,10%	329 871
<b>TOTAL</b>	<b>229 984 000</b>	<b>197 234 000</b>	<b>196 804 116</b>	<b>99,78%</b>	<b>429 884</b>

<sup>a</sup> Sobre la base de la resolución de la Junta de Gobernadores (GOV/1999/15), se transfirió la cantidad de 34 529 dólares del subprograma "Planificación, coordinación y evaluación" al subprograma "Convenciones sobre seguridad" (en el programa Coordinación de las actividades de seguridad) con el fin de sufragar los gastos de la ayuda de emergencia prestada a Grecia, Panamá y Polonia.

## ANEXO

CUADRO A2: FONDOS EXTRAPRESUPUESTARIOS EN 2001 - RECURSOS Y GASTOS

Programa	Cifras del presupuesto extrapresupuestario GC(44)/6	Recursos disponibles en 2001 <sup>a</sup>	Gastos durante 2001	Saldo no utilizado al 31 de diciembre de 2001 (2)-(3) (4)
	(1)	(2)	(3)	(4)
Energía Nucleoeléctrica	686 000	1 209 440	589 175	620 265
Tecnología del ciclo del combustible nuclear y de gestión de desechos	605 000	1 412 638	609 508	803 130
Evaluación comparativa para el desarrollo energético sostenible	0	134 551	103 460	31 091
<b>Total parcial</b>	<b>1 291 000</b>	<b>2 756 629</b>	<b>1 302 143</b>	<b>1 454 486</b>
Agricultura y alimentación	2 199 992	3 329 472	2 214 614	1 114 858
Agricultura y alimentación	1 031 008 <sup>b</sup>	0	0	0
Sanidad Humana	0	257 096	64 839	192 257
Medio ambiente marino y recursos hídricos	956 000	1 475 835	867 814	608 021
Aplicaciones de las ciencias físicas y químicas	13 000	43 304	20 412	22 892
<b>Total parcial</b>	<b>4 200 000</b>	<b>5 105 707</b>	<b>3 167 679</b>	<b>1 938 028</b>
Seguridad nuclear	2 078 000	5 708 581	2 235 562	3 473 019
Seguridad radiológica	100 000	735 483	299 508	435 975
Seguridad de los desechos radiactivos	250 000	406 053	292 248	113 805
Coordinación de las actividades de seguridad	126 000	296 890	142 178	154 712
<b>Total parcial</b>	<b>2 554 000</b>	<b>7 147 007</b>	<b>2 969 496</b>	<b>4 177 511</b>
Salvaguardias	6 875 000	30 389 005	15 172 034	15 216 971
Seguridad de los materiales	1 046 000	1 780 404	757 861	1 022 543
Verificación en el Iraq conforme a las resoluciones del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas	10 650 000	2 519 033	2 503 745	15 288
<b>Total parcial</b>	<b>18 571 000</b>	<b>34 688 442</b>	<b>18 433 640</b>	<b>16 254 802</b>
Gestión de la cooperación técnica para el desarrollo	310 000	479 255	346 822	132 433
<b>Total parcial</b>	<b>310 000</b>	<b>479 255</b>	<b>346 822</b>	<b>132 433</b>
<b>Formulación de políticas, gestión y servicios de apoyo</b>				
Servicios para los Órganos Rectores	0	4 853	4 853	0
Actividades jurídicas, relaciones exteriores e información pública	805 000	1 453 982	583 755	870 227
Administración	0	9 767	8 837	930
Gestión de la información y servicios de apoyo	0	15 552	15 052	500
<b>Total parcial</b>	<b>805 000</b>	<b>1 484 154</b>	<b>612 497</b>	<b>871 657</b>
<b>Programas del Organismo</b>	<b>27 731 000</b>	<b>51 661 194</b>	<b>26 832 277</b>	<b>24 828 917</b>

<sup>a</sup> La columna "Recursos disponibles en 2001" incluye las contribuciones en efectivo recibidas y los saldos no utilizados en 1 de enero de 2001, así como el efectivo adeudado por la FAO, el PNUMA y la UNOPS para actividades aprobadas.

<sup>b</sup> El presupuesto de la FAO incluye 1 031 008 dólares de gastos estimados por concepto de funcionarios del Cuadro Orgánico de la FAO que trabajan en la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Agricultura y la Alimentación, Los sueldos de estos funcionarios son pagados por la FAO y, por lo tanto, no se incluyen en las columnas 2 y 3.

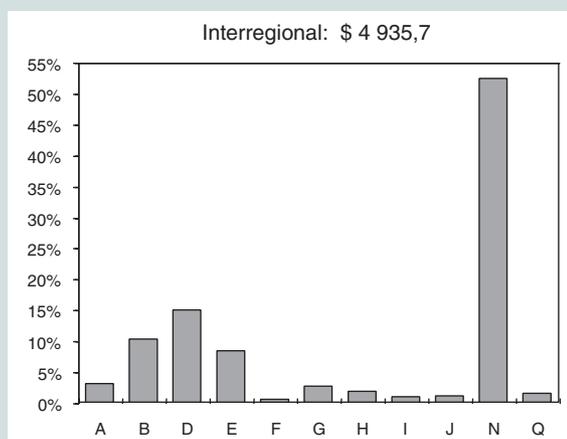
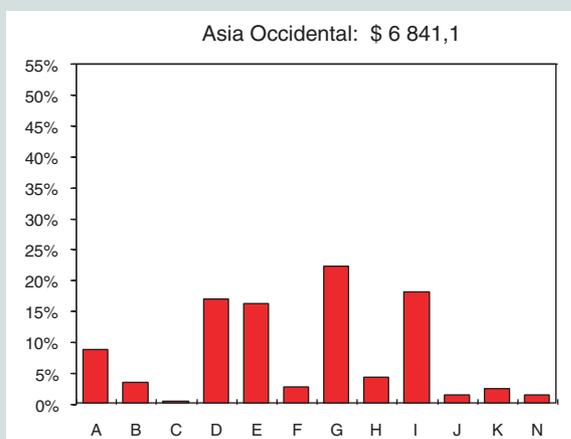
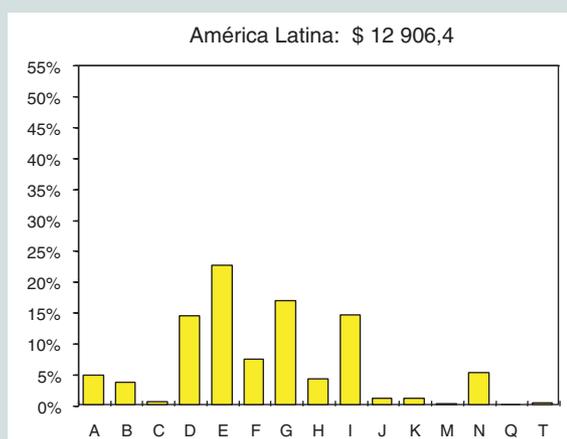
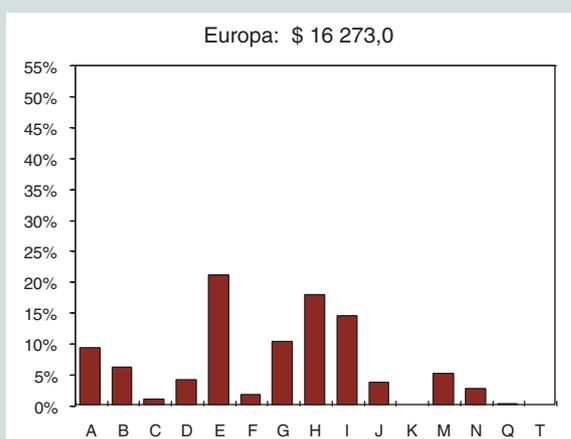
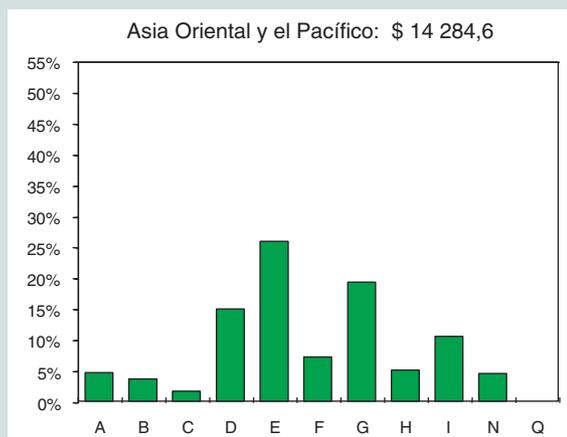
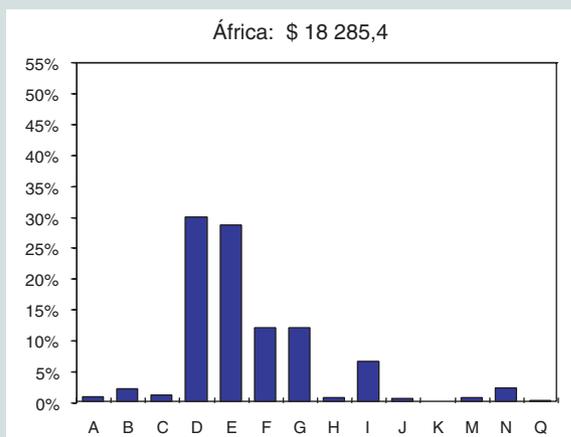
## ANEXO

CUADRO A3. **DESEMBOLSOS DE COOPERACIÓN TÉCNICA POR PROGRAMAS DEL ORGANISMO Y REGIONES, EN 2001***I. Resumen de todas las regiones (en miles de dólares)*

Programa	África	Asia Oriental y el Pacífico	Europa	América Latina	Asia Occidental	Mundial/ Interregional	Total
<b>A</b> Energía Nucleoeléctrica	195,1	693,5	1 538,0	655,2	611,0	164,2	3 857,0
<b>B</b> Tecnología del ciclo del combustible nuclear y de gestión de desechos	413,9	552,4	1 032,4	496,3	242,3	516,3	3 253,7
<b>C</b> Evaluación comparativa para el desarrollo energético sostenible	247,5	275,6	179,6	87,1	36,0	2,9	828,7
<b>D</b> Agricultura y alimentación	5 496,4	2 177,0	692,1	1 881,3	1 164,8	745,9	12 157,6
<b>E</b> Sanidad Humana	5 261,3	3 716,0	3 446,7	2 939,6	1 115,8	427,1	16 906,5
<b>F</b> Medio ambiente marino y recursos hídricos	2 229,2	1 060,9	302,2	974,5	196,5	33,2	4 796,4
<b>G</b> Aplicaciones de las ciencias físicas y químicas	2 224,9	2 786,0	1 693,5	2 197,1	1 529,4	141,5	10 572,3
<b>H</b> Seguridad nuclear	156,2	765,2	2 927,1	575,7	299,5	95,9	4 819,6
<b>I</b> Seguridad radiológica	1 236,3	1 542,4	2 366,6	1 909,1	1 246,0	59,3	8 359,7
<b>J</b> Seguridad de los desechos radiactivos	142,3	10,0	629,0	161,3	108,7	65,3	1 116,6
<b>K</b> Coordinación de las actividades de seguridad	22,6	1,7	16,4	164,8	179,4	0,0	384,9
<b>M</b> Seguridad de los materiales	144,9	0,0	873,7	51,0	0,0	0,0	1 069,5
<b>N</b> Gestión de la cooperación técnica para el desarrollo	435,3	674,8	472,4	711,2	107,6	2 596,6	4 997,9
<b>Q</b> Actividades jurídicas, relaciones exteriores e información pública	71,6	22,8	80,3	32,1	0,0	87,5	294,3
<b>T</b> Gestión de la información y servicios de apoyo	8,0	6,0	23,1	70,3	4,1	0,0	111,5
<b>Total</b>	<b>18 285,4</b>	<b>14 284,6</b>	<b>16 273,0</b>	<b>12 906,4</b>	<b>6 841,1</b>	<b>4 935,7</b>	<b>73 526,2</b>

ANEXO

II. Distribución por regiones



**NOTA:** Las letras denotan programas del Organismo; las explicaciones figuran en la parte I del cuadro, en la página anterior.

ANEXO

**CUADRO A4. COSTOS ESTIMADOS DE LAS OPCIONES DE TECNOLOGÍAS DE MITIGACIÓN EN EL SECTOR DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA EN COMPARACIÓN CON LAS ESTACIONES ALIMENTADAS CON CARBÓN, COMO OPCIÓN DE REFERENCIA, Y POSIBLES REDUCCIONES DE LAS EMISIONES DE CARBONO HASTA 2010 Y 2020 PARA LOS PAÍSES DEL ANEXO I**

(Fuente: *Third Assessment Report of the IPCC, 2001*)

Tecnología	CP+FGD, NO <sub>x</sub> , etc.	IGCC y supercrítica	CCGT	CP+FGD +captura de CO <sub>2</sub>	CCGT +captura de CO <sub>2</sub>	Nuclear	FV y solar térmica	Hidroeléctrica	Turbinas eólicas	BIGCC
Fuente de energía	Carbón	Carbón	Gas	Carbón	Gas	Uranio	Radiación solar	Agua	Viento	Biocombustible
Costos de producción (centavos/kW·h)	4,90	3,6–6,0	4,9–6,9	7,9	6,4–8,4	3,9–8,0	8,7–40,0	4,2–7,8	3,0–8	2,8–7,6
Emisiones (g C/kW·h)	229	190–198	103–122	40	17	0	0	0	0	0
Costo de reducción de carbono (\$/t C)	Datos de referencia	-10–40	0–156	159	71–165	-38–135	175–1400	-31–127	-82–135	-92–117
Posibilidades de reducción hasta 2010, (Mt C/a)	Datos de referencia	13	18	2–10	—	30	2	6	51	9
Posibilidades de reducción hasta 2020, (Mt C/a)	Datos de referencia	55	103	5–50	—	191	20	37	128	77

**Abreviaturas:** BIGCC: ciclo combinado de gasificación integrada de la biomasa; CCGT: turbinas de gas de ciclo combinado; FGD: desulfuración de gases de combustión; IGCC: ciclo combinado de gasificación integrada ; CP: combustible pulverizado; FV fotovoltaica.

**CUADRO A5. COSTOS ESTIMADOS DE LAS OPCIONES DE TECNOLOGÍAS DE MITIGACIÓN EN EL SECTOR DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA EN COMPARACIÓN CON LAS ESTACIONES ALIMENTADAS CON CARBÓN, COMO OPCIÓN DE REFERENCIA, Y POSIBLES REDUCCIONES DE LAS EMISIONES DE CARBONO HASTA 2010 Y 2020 PARA LOS PAÍSES QUE NO FIGURAN EN EL ANEXO I**

(Fuente: *Third Assessment Report of the IPCC, 2001*)

Tecnología	CP+FGD, NO <sub>x</sub> , etc.	IGCC y supercrítica	CCGT	CP+FGD +captura de CO <sub>2</sub>	CCGT +captura de CO <sub>2</sub>	Nuclear	FV y solar térmica	Hidroeléctrica	Turbinas eólicas	BIGCC
Fuente de energía	Carbón	Carbón	Gas	Carbón	Gas	Uranio	Radiación solar	Agua	Viento	Biocombustible
Costos de producción (centavos/kW·h)	4,45	3,6–6,0	4,45–6,9	7,45	5,95–8,4	3,9–8,0	8,7–40,0	4,2–7,8	3,0–8	2,8–7,6
Emisiones (g C/kW·h)	260	190–198	103–122	40	17	0	0	0	0	0
Costo de reducción de carbono (\$/t C)	Datos de referencia	-10–200	0–17	136	62–163	-20–77	164–1370	-10–129	-56–137	-63–121
Posibilidades de reducción hasta 2010, (Mt C/a)	Datos de referencia	36	20	0	—	36	0,5	20	12	5
Posibilidades de reducción hasta 2020, (Mt C/a)	Datos de referencia	58	137	5–50	—	220	8	55	45	13

## ANEXO

CUADRO A6. **COSTOS ESTIMADOS DE LAS OPCIONES DE TECNOLOGÍAS DE MITIGACIÓN EN EL SECTOR DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA EN COMPARACIÓN CON LAS CENTRALES A GAS CON CCGT, COMO OPCIÓN DE REFERENCIA, Y POSIBLES REDUCCIONES DE LAS EMISIONES DE CARBONO HASTA 2010 Y 2020 PARA LOS PAÍSES DEL ANEXO I**

(Fuente: *Third Assessment Report of the IPCC, 2001*)

Tecnología	CCGT	CP+FGD + captura de CO <sub>2</sub>	CCGT + captura de CO <sub>2</sub>	Nuclear	FV y solar térmica solar	Hidro- eléctrica	Turbinas eólicas	BIGCC
Fuente de energía	Gas	Carbón	Gas	Uranio	Radiación solar	Agua	Viento	Biocom- bustible
Costos de producción (centrales/kW·h)	3,45	7,6–10,6	4,95	3,9–8,0	8,7–40,0	4,2–7,8	3,0–8	2,8–7,6
Emisiones (g C/kW·h)	108	40	17	0	0	0	0	0
Costo de reducción de carbono (\$/t C)	Datos de referencia	610–1050	165	46–421	500–3800	66–400	-43–92	-60–224
Posibilidades de reducción hasta 2010, (Mt C/a)	Datos de referencia	—	2–10	62	0,8	3	23	4
Posibilidades de reducción hasta 2020, (Mt C/a)	Datos de referencia	—	5–50	181	9	18	61	36

CUADRO A7. **COSTOS ESTIMADOS DE LAS OPCIONES DE TECNOLOGÍAS DE MITIGACIÓN EN EL SECTOR DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA EN COMPARACIÓN CON LAS CENTRALES A GAS CON CCGT, COMO OPCIÓN DE REFERENCIA, Y POSIBLES REDUCCIONES DE LAS EMISIONES DE CARBONO HASTA 2010 Y 2020 PARA LOS PAÍSES QUE NO FIGURAN EN EL ANEXO I**

(Fuente: *Third Assessment Report of the IPCC, 2001*)

Tecnología	CCGT	CP+FGD + captura de CO <sub>2</sub>	CCGT + captura de CO <sub>2</sub>	Nuclear	FV y solar térmica solar	Hidro- eléctrica	Turbinas eólicas	BIGCC
Fuente de energía	Gas	Carbón	Gas	Uranio	Radiación solar	Agua	Viento	Biocom- bustible
Costos de producción (centavos/kW·h)	3,45	6,9–8,7	4,95	3,9–8,0	8,7–40,0	4,2–7,8	3,0–8	2,8–7,6
Emisiones (g C/kW·h)	108	40	17	0	0	0	0	0
Costo de reducción de carbono (\$/t C)	Datos de referencia	507–772	165	46–421	500–3800	66–400	-43–92	-60–224
Posibilidades de reducción hasta 2010, (Mt C/a)	Datos de referencia	—	0	10	0,2	9	5	1
Posibilidades de reducción hasta 2020, (Mt C/a)	Datos de referencia	—	5–50	70	4	26	21	6

ANEXO

CUADRO A8. **MISIONES DEL GRUPO INTERNACIONAL DE EXAMEN DEL ANÁLISIS PROBABILISTA DE LA SEGURIDAD (IPSART) EN 2001**

Tipo de examen	Central nuclear	País
Seguimiento nivel 1 y APS nivel 2	Ignalina	Lituania
APS nivel 1	KANUPP	Pakistán
pre-IPSART nivel 1	Cernavoda	Rumania
Sucesos externos y APS nivel 2/3	Novovoronezh, unidad 5	Federación de Rusia
APS nivel 1 y riesgos	Mochovce	Eslovaquia
APS nivel 1	Zaporozhe	Ucrania

CUADRO A9. **EXAMEN DE LOS PROGRAMAS DE GESTIÓN DE ACCIDENTES (RAMP) EN 2001**

Tipo	Lugar	País
RAMP experimental	Krško	Eslovenia

CUADRO A10. **MISIONES DE GRUPOS DE EXAMEN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL (OSART) EN 2001**

Tipo	Tipo de central nuclear	País
Reunión preparatoria	Angra 2 PWR	Brasil
Seguimiento de OSART	Kozloduy WWER	Bulgaria
Reunión preparatoria	Pickering PHWR	Canadá
Pre-OSART	Lingao PWR	China
OSART de pleno alcance	Dukovany WWER	República Checa
OSART de pleno alcance	Temelin WWER	República Checa
OSART de pleno alcance	Paks WWER	Hungría

CUADRO A11. **MISIONES DEL SERVICIO DE EXAMEN POR HOMÓLOGOS DE LA EXPERIENCIA EN EL COMPORTAMIENTO DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL (PROSPER) EN 2001**

Tipo	Central nuclear/lugar	País
Misión introductoria	Metsamor	Armenia
Misión de asistencia	Karachi	Pakistán
Reunión preparatoria	Cernavoda	Rumania
Taller	Bilibino	Federación de Rusia
Seminario	VNIIAES	Federación de Rusia

ANEXO

CUADRO A12. **ACTIVIDADES DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE LA CULTURA DE LA SEGURIDAD (SCEP) EN 2001**

Tipo	Lugar/Central nuclear	País
Taller SCEP	INB, Rio de Janeiro y Resende	Brasil
Taller para personal directivo sobre la gestión de la seguridad y la cultura de la seguridad.	Eletronuclear, Rio de Janeiro y Angra dos Reis	Brasil
Taller sobre capacitación en autoevaluación	INB, Rio de Janeiro y Angra dos Reis	Brasil
Taller regional sobre cultura de la seguridad para instalaciones nucleares que no son reactores de potencia	Santiago de Chile	Chile
Taller regional sobre la gestión de la seguridad y la cultura de la seguridad	Daya Bay	China
Seminario sobre cultura de la seguridad	INSTN, Saclay	Francia
Taller sobre capacitación en autoevaluación	Laguna Verde	México
Taller	Volgodonsk	Federación de Rusia
Seminario sobre cultura de la seguridad	Universidad Técnica Eslovaca, Bratislava	Eslovaquia
Taller regional sobre la gestión de la seguridad y la cultura de la seguridad	Piestany	Eslovaquia
Presentación sobre la gestión de la seguridad y la cultura de la seguridad	SGS, Estocolmo	Suecia
Seminario sobre la gestión de la seguridad y la cultura de la seguridad	Estocolmo	Suecia

CUADRO A13. **MISIONES DEL SERVICIO DE EXAMEN DE LA SEGURIDAD TÉCNICA (ESRS) EN 2001**

Servicio	Emplazamiento/central	País
Examen de la seguridad desde el punto de vista del envejecimiento	Medzamor	Armenia
Seguimiento del examen de la seguridad sísmica	Medzamor	Armenia
Examen de la seguridad en el emplazamiento (preliminar)	Rooppur	Bangladesh
Examen periódico de la seguridad	Qinshan	China
Examen del diseño para la seguridad	Tianwan	China
Examen de las cuestiones de seguridad del Organismo	Temelin	República Checa
Asistencia para el examen PSAR del Irán	Bushehr	República Islámica
Examen del diseño para la seguridad generación	Reactor coreano de la próxima	República de Corea
Examen de la documentación sobre características de seguridad de accidentes graves	Tianwan	China
Examen PSAR, capítulos 9 y 10 del Irán	Bushehr	República Islámica
Examen periódico de la seguridad	Krško	Eslovenia
Examen de la seguridad sísmica	Estambul	Turquía

ANEXO

**CUADRO A14. MISIONES DE EVALUACIÓN INTEGRADA DE LA SEGURIDAD DE REACTORES DE INVESTIGACIÓN (INSARR) EN 2001**

Tipo	Reactor de investigación	País
Pre-INSARR	3MW TRIGA	Bangladesh
Pre-INSARR	La Reina RR	Chile
Pre-INSARR	SPR, NHR, HTR-10	China
Pre-INSARR	GRR-1	Grecia
INSARR	GRR-1	Grecia
Pre-INSARR	TRR-1	República Islámica del Irán
Pre-INSARR	14 MW TRIGA II	Rumania
Pre-INSARR	MNSR RR	República Árabe Siria

**CUADRO A15. MISIONES DE EXAMEN DE LA SEGURIDAD EN 2001 A REACTORES DE INVESTIGACIÓN SOMETIDOS A ACUERDOS SOBRE PROYECTOS Y DE SUMINISTRO**

Tipo	País
Reactor de investigación de sustitución australiano – Examen del informe preliminar del análisis de la seguridad	Australia
Actividades para la preparación de instalaciones para INSARR	China
Asistencia para el examen de la seguridad de un reactor de investigación recientemente diseñado: MIPR	China
Misión investigadora ETRR-2	Egipto
Seguimiento del proyecto sobre la seguridad de los reactores de investigación	Jamahiriya Árabe Libia
Asistencia al programa de puesta en servicio y conclusión del SAR para el reactor en fase de construcción	Marruecos
Misión investigadora	Uzbekistán

**CUADRO A16. MISIONES DE GRUPOS INTERNACIONALES DE EXAMEN DE LA SITUACIÓN REGLAMENTARIA (IRRT) EN 2001**

Tipo	País
Pleno alcance	República Checa
Pleno alcance	Lituania
Pleno alcance	México
Pre-IRRT	Tailandia
Seguimiento de pleno alcance	Ucrania

ANEXO

CUADRO A17. **NÚMERO DE ESTADOS CON ACTIVIDADES NUCLEARES SIGNIFICATIVAS AL TÉRMINO DE LOS AÑOS 1999, 2000 Y 2001**

	Número de		
	1999	Estados 2000	2001
Estados con salvaguardias aplicadas en virtud de acuerdos TNP o TNP/Tlatelolco	60	60	61
Estados con salvaguardias aplicadas en virtud de acuerdos Tlatelolco	1	1	0
Estados con salvaguardias aplicadas con arreglo a otros acuerdos de salvaguardias amplias	0	0	0
Estados con salvaguardias aplicadas en virtud de acuerdos tipo INFCIRC/66/Rev.2 <sup>a</sup>	4	4	4
Estados poseedores de armas nucleares con salvaguardias aplicadas en virtud de acuerdos de ofrecimiento voluntario	5	5	5
Estados sin ningún acuerdo de salvaguardias en vigor	1	1	1
<b>Número total de Estados con actividades nucleares significativas<sup>b</sup></b>	<b>71</b>	<b>71</b>	<b>71</b>

<sup>a</sup> Algunos Estados con acuerdos tipo INFCIRC/66/Rev.2 en los que no se ha suspendido aún la aplicación de salvaguardias, aunque han entrado en vigor acuerdos con arreglo al TNP u otros acuerdos de salvaguardias amplias, se incluyen sólo en la categoría de los acuerdos con arreglo al TNP. No se incluyen los Estados poseedores de armas nucleares con acuerdos tipo INFCIRC/66/Rev.2 en vigor. También se aplican salvaguardias a instalaciones nucleares de Taiwan (China).

<sup>b</sup> De acuerdo con la información de que dispone el Organismo con respecto al año en cuestión.

CUADRO A18. **CANTIDADES APROXIMADAS DE MATERIAL SOMETIDO A LAS SALVAGUARDIAS DEL ORGANISMO AL TÉRMINO DE 2001**

Tipo de material	Cantidad de material (t)			
	Acuerdos de salvaguardias amplias <sup>a</sup>	INFCIRC/66 <sup>b</sup>	Estados PAN	Cantidad en CS
<b>MATERIAL NUCLEAR</b>				
Plutonio <sup>c</sup> contenido en combustibles irradiados (incluido plutonio reciclado en elementos combustibles de núcleos de reactores)	577,5	29,6	82,9	86 303
Plutonio separado fuera de núcleos de reactores	13,6	0,1	63,8	9 673
UME (en un 20% de <sup>235</sup> U o más)	10,8	0,1	10	580
UPE (menos del 20% de <sup>235</sup> U)	42 993	2 922	4 164	13 288
Material básico <sup>d</sup> (uranio natural o empobrecido y torio)	81 252	1 728	11 960	7 294
<b>MATERIAL NO NUCLEAR<sup>e</sup></b>				
Agua pesada	0	479	0	24
<b>Total de cantidades significativas</b>	<b>92 623</b>	<b>4 518</b>	<b>20 021</b>	<b>117 162</b>

<sup>a</sup> Comprende los acuerdos de salvaguardias concertados conforme al TNP y/o al Tratado de Tlatelolco y otros acuerdos de salvaguardias amplias.

<sup>b</sup> Excluidas las instalaciones de los Estados poseedores de armas nucleares; incluidas las instalaciones de Taiwan (China).

<sup>c</sup> Esta cantidad incluye una suma estimada de 88,6 t (11 081 CS) de plutonio contenido en combustible irradiado que todavía no se ha comunicado al Organismo con arreglo a los procedimientos de notificación convenidos (este plutonio no objeto de comunicación está contenido en conjuntos combustibles irradiados a los que se aplican medidas de contabilidad de partidas y de C/V).

<sup>d</sup> Este cuadro no incluye el material al que se refieren las disposiciones de los apartados a) y b) del párrafo 34 del documento INFCIRC/153.

<sup>e</sup> Material no nuclear sometido a las salvaguardias del Organismo en virtud de acuerdos tipo INFCIRC/66/Rev.2.

## ANEXO

CUADRO A19. NÚMERO DE INSTALACIONES SOMETIDAS A SALVAGUARDIAS O QUE CONTENÍAN MATERIAL SALVAGUARDADO AL 31 DE DICIEMBRE DE 2001

Tipo de instalación	Número de instalaciones (número de unidades)			
	Acuerdos de salvaguardias amplias <sup>a</sup>	INFCIRC/66 <sup>b</sup>	Estados PAN	Total
Reactores de potencia	186 (223)	11 (14)	1 (1)	198 (238)
Reactores de investigación y conjuntos críticos	141 (152)	7 (7)	1 (1)	149 (160)
Plantas de conversión	13 (13)	1 (1)	— (—)	14 (14)
Plantas de fabricación de combustible	38 (39)	3 (3)	— (—)	41 (41)
Plantas de reprocesamiento	5 (5)	1 (1)	— (—)	6 (6)
Plantas de enriquecimiento	8 (8)	— (—)	2 (4)	10 (12)
Instalaciones de almacenamiento por separado	67 (68)	3 (3)	7 (8)	77 (79)
Otras instalaciones	82 (92)	1 (1)	1 (1)	84 (94)
<b>Totales parciales</b>	<b>540 (600)</b>	<b>27 (30)</b>	<b>12 (15)</b>	<b>579 (645)</b>
Otras instalaciones	325 (423)	3 (30)	— (—)	328 (453)
Instalaciones no nucleares	— (—)	1 (1)	— (—)	1 (1)
<b>Totales</b>	<b>865 (1023)</b>	<b>31 (61)</b>	<b>12 (15)</b>	<b>908 (1099)</b>

<sup>a</sup> Comprende los acuerdos de salvaguardias concertados conforme al TNP y/o al Tratado de Tlatelolco y otros acuerdos de salvaguardias amplias.

<sup>b</sup> Excluidas las instalaciones de los Estados poseedores de armas nucleares; incluidas las instalaciones de Taiwan (China).

CUADRO A20. APOYO ADICIONAL DE SALVAGUARDIAS APORTADO POR ESTADOS Y ORGANIZACIONES

Estados y organizaciones representantes de grupos de Estados que tienen programas de apoyo oficiales	Estados que tienen contratos de I+D y programas de ensayo
Argentina	Austria
Australia	Israel
Bélgica	Letonia
Canadá	Pakistán
Unión Europea	Federación de Rusia
Finlandia	
Francia	
Alemania	
Hungría	
Japón	
República de Corea	
Países Bajos	
Federación de Rusia	
Suecia	
Reino Unido	
Estados Unidos de América	

ANEXO

CUADRO A21. **SITUACIÓN EN CUANTO A LA CONCERTACIÓN DE ACUERDOS DE SALVAGUARDIAS Y PROTOCOLOS ADICIONALES<sup>a, b</sup>** (en 31 de diciembre de 2001)

Estado <sup>c</sup>	PPC <sup>d</sup>	Situación en cuanto a acuerdos de salvaguardias	INFCIRC	Situación en cuanto a protocolos adicionales
Afganistán	X	En vigor: 20 de febrero de 1978	257	
Albania		En vigor: 25 de marzo de 1988 <sup>1</sup>	359	
Alemania		En vigor: 21 de febrero de 1977 <sup>14</sup>	193	Firmado: 22 de septiembre de 1998 <sup>5</sup>
Andorra		FIRMADO: 9 de enero de 2001		Firmado: 9 de enero de 2001
Angola				
Antigua y Barbuda	X	En vigor: 9 de septiembre de 1996 <sup>2</sup> Aprobado: septiembre de 1992 <sup>13</sup>	528	
Arabia Saudita				
Argelia		En vigor: 7 de enero de 1997	531	
Argentina		En vigor: 4 de marzo de 1994 <sup>3</sup>	435	
Armenia		En vigor: 5 de mayo de 1994	455	Firmado: 29 de septiembre de 1997
Australia		En vigor: 10 de julio de 1974	217	En vigor: 12 de diciembre de 1997
Austria		Adhesión: 31 de julio de 1996 <sup>4</sup>	193	Firmado: 22 de septiembre de 1998 <sup>5</sup>
Azerbaiyán	X	En vigor: 29 de abril de 1999	580	En vigor: 29 de noviembre de 2000
Bahamas	X	En vigor: 12 de septiembre de 1997 <sup>2</sup>	544	
Bahrein				
Bangladesh		En vigor: 11 de junio de 1982	301	En vigor: 30 de marzo de 2001
Barbados	X	En vigor: 14 de agosto de 1996 <sup>2</sup>	527	
Belarús		En vigor: 2 de agosto de 1995	495	
Bélgica		En vigor: 21 de febrero de 1977	193	Firmado: 22 de septiembre de 1998
Belice	X	En vigor: 21 de enero de 1997 <sup>2</sup>	532	
Benin				
Bhután	X	En vigor: 24 de octubre de 1989	371	
Bolivia	X	En vigor: 6 de febrero de 1995 <sup>2</sup>	465	
Bosnia y Herzegovina		En vigor: 28 de diciembre de 1973 <sup>6</sup>	204	
Botswana				
Brasil		En vigor: 4 de marzo de 1994 <sup>7</sup>	435	
Brunei Darussalam	X	En vigor: 4 de noviembre de 1987	365	
Bulgaria		En vigor: 29 de febrero de 1972	178	En vigor: 10 de octubre de 2000
Burkina Faso				
Burundi				

<sup>a</sup> Este Anexo no tiene por objeto incluir todos los acuerdos de salvaguardias concertados por el Organismo. No se indican los acuerdos cuya aplicación ha quedado suspendida en vista de la aplicación de salvaguardias con arreglo a un acuerdo de salvaguardias amplias.

<sup>b</sup> El Organismo también aplica salvaguardias en Taiwan (China) en virtud de dos acuerdos, INFCIRC/133 e INFCIRC/158, que entraron en vigor el 13 de octubre de 1969 y el 6 de diciembre de 1971, respectivamente.

<sup>c</sup> Los Estados en negritas no son Partes en el TNP y tienen acuerdos de salvaguardias del tipo INFCIRC/66. Los Estados en bastardillas son Partes en el TNP pero no han concertado un acuerdo de salvaguardias de conformidad con ese Tratado; los acuerdos de salvaguardias mencionados son acuerdos de salvaguardias amplias concertados con arreglo al TNP, a menos que se indique lo contrario. Los acuerdos de salvaguardias marcados con un asterisco denotan acuerdos de salvaguardias de ofrecimiento voluntario.

<sup>d</sup> Protocolo sobre pequeñas cantidades (PPC) operacional: los Estados que tienen la obligación jurídica de concertar un acuerdo de salvaguardias amplias, que tienen material nuclear en cantidades que no exceden los límites señalados en el párrafo 37 del INFCIRC/153 y que no tienen material nuclear en ninguna instalación, tienen la opción de concertar un PPC, manteniendo así en suspenso la aplicación de la mayoría de las disposiciones detalladas que figuran en la Parte II de un acuerdo de salvaguardias amplias, en tanto esas condiciones continúen vigentes. Seis Estados reúnen las condiciones para un PPC pero no lo tienen. Ellos son: Albania, Bosnia y Herzegovina, Côte d'Ivoire, Liechtenstein, Sri Lanka y Túnez.

ANEXO

CUADRO A21. (cont.)

Estado <sup>c</sup>	PPC <sup>d</sup>	Situación en cuanto a acuerdos de salvaguardias	INFCIRC	Situación en cuanto a protocolos adicionales
<i>Cabo Verde</i>				
Cambodia	X	En vigor: 17 de diciembre de 1999	586	
<i>Camerún</i>		Firmado: 21 de mayo de 1992		
Canadá		En vigor: 21 de febrero de 1972	164	En vigor: 8 de septiembre de 2000
<i>Chad</i>				
Chile		En vigor: 5 de abril de 1995 <sup>8</sup>	476	
China		En vigor: 18 de septiembre de 1989	369 <sup>(*)</sup>	Firmado: 31 de diciembre de 1998
Chipre	X	En vigor: 26 de enero de 1973	189	Firmado: 29 de julio de 1999
Colombia		En vigor: 22 de diciembre de 1982 <sup>8</sup>	306	
<i>Comoras</i>				
<i>Congo</i>				
Corea, República de		En vigor: 14 de noviembre de 1975	236	Firmado: 21 de junio de 1999
Costa Rica	X	En vigor: 22 de noviembre de 1979 <sup>e</sup>	278	Firmado: 12 de diciembre de 2001
Côte d'Ivoire		En vigor: 8 de septiembre de 1983	309	
Croacia	X	En vigor: 19 de enero de 1995	463	En vigor: 6 de julio de 2000
<b>Cuba</b>		En vigor: 5 de mayo de 1980	281	Firmado: 15 de octubre de 1999
Dinamarca		En vigor: 21 de febrero de 1977 <sup>10</sup>	193	Firmado: 22 de septiembre de 1998
<i>Djibouti</i>				
Dominica	X	En vigor: 3 de mayo de 1996 <sup>11</sup>	513	
Ecuador	X	En vigor: 10 de marzo de 1975 <sup>2</sup>	231	En vigor: 24 de octubre de 2001
Egipto		En vigor: 30 de junio de 1982	302	
El Salvador	X	En vigor: 22 de abril de 1975 <sup>2</sup>	232	
<i>Emiratos Árabes Unidos</i>		En vigor: 1 de marzo de 1994	433	
		En vigor: 14 de agosto de 1978	263 <sup>(*)</sup>	Firmado: 22 de septiembre de 1998 <sup>5</sup>
		En vigor: 2 de marzo de 1977	248	
		En vigor: 6 de abril de 1989 <sup>13</sup>	366	
		En vigor: 7 de octubre de 1983	311	
		En vigor: 10 de septiembre de 1991	393	
		En vigor: 11 de octubre de 1989	374	
		En vigor: 17 de junio de 1968	116	
		En vigor: 17 de noviembre de 1977	260	
		En vigor: 17 de octubre de 1969	135	
		En vigor: 18 de marzo de 1976	239	
		En vigor: 21 de febrero de 1977	193	Firmado: 22 de septiembre de 1998 <sup>5</sup>
		En vigor: 24 de febrero de 1993	418	
		En vigor: 27 de septiembre de 1988	360	
<i>Eritrea</i>				
Eslovaquia		En vigor: 3 de marzo de 1972 <sup>20</sup>	173	Firmado: 27 de septiembre de 1999
Eslovenia		En vigor: 1 de agosto de 1997	538	En vigor: 22 de agosto de 2000
España		Adhesión: 5 de abril de 1989	193	Firmado: 22 de septiembre de 1998 <sup>5</sup>
Estados Unidos de América		En vigor: 9 de diciembre de 1980	288 <sup>(*)</sup>	Firmado: 12 de junio de 1998
Estonia		En vigor: 24 de noviembre de 1997	547	Firmado: 13 de abril de 2000
Etiopía	X	En vigor: 2 de diciembre de 1977	261	
Federación de Rusia		En vigor: 10 de junio de 1985	327*	Firmado: 22 de marzo de 2000
Fiji	X	En vigor: 22 de marzo de 1973	192	
Filipinas		En vigor: 16 de octubre de 1974	216	Firmado: 30 de septiembre de 1997
Finlandia		Adhesión: 1 de octubre de 1995 <sup>12</sup>	193	Firmado: 22 de septiembre de 1998 <sup>5</sup>
		Firmado: 26 de septiembre de 2000 <sup>13</sup>		
Francia		En vigor: 12 de septiembre de 1981	290 <sup>(*)</sup>	Firmado: 22 de septiembre de 1998

ANEXO

CUADRO A21. (cont.)

Estado <sup>c</sup>	PPC <sup>d</sup>	Situación en cuanto a acuerdos de salvaguardias	INFCIRC	Situación en cuanto a protocolos adicionales
<i>Gabón</i>		<i>Firmado: 3 de diciembre de 1979</i>		
Gambia	X	En vigor: 8 de agosto de 1978	277	
<i>Georgia</i>		<i>Firmado: 29 de septiembre de 1997</i>		Firmado: 29 de septiembre de 1997
Ghana		En vigor: 17 de febrero de 1975	226	Firmado: 12 de junio de 1998 <sup>15</sup>
Granada	X	En vigor: 23 de julio de 1996 <sup>2</sup>	525	
Grecia		Adhesión: 17 de diciembre de 1981 <sup>16</sup>	193	Firmado: 22 de septiembre de 1998 <sup>5</sup>
Guatemala	X	En vigor: 1 de febrero de 1982 <sup>2</sup>	299	Firmado: 14 de diciembre de 2001
<i>Guinea</i>				
<i>Guinea Ecuatorial</i>		<i>Aprobado: 13 de junio de 1986</i>		
<i>Guinea-Bissau</i>				
Guyana	X	En vigor: 23 de mayo de 1997 <sup>2</sup>	543	
<i>Haití</i>		<i>Firmado: 6 de enero de 1975<sup>2</sup></i>		
Honduras	X	En vigor: 18 de abril de 1975 <sup>2</sup>	235	
Hungría		En vigor: 30 de marzo de 1972	174	En vigor: 4 de abril de 2000
<b>India</b>		En vigor: 30 de septiembre de 1971	211	
Indonesia		En vigor: 14 de julio de 1980	283	En vigor: 29 de septiembre de 1999
Irán, República Islámica del		En vigor: 15 de mayo de 1974	214	
Iraq		En vigor: 29 de febrero de 1972	172	
Irlanda		En vigor: 21 de febrero de 1977	193	Firmado: 22 de septiembre de 1998
Islandia	X	En vigor: 16 de octubre de 1974	215	
<i>Islas Marshall</i>				
Islas Salomón	X	En vigor: 17 de junio de 1993	420	
<b>Israel</b>		En vigor: 4 de abril de 1975	249/Add.1	
Italia		En vigor: 21 de febrero de 1977	193	Firmado: 22 de septiembre de 1998
Jamahiriya Árabe Libia		En vigor: 8 de julio de 1980	282	
Jamaica		En vigor: 6 de noviembre de 1978 <sup>2</sup>	265	
Japón		En vigor: 2 de diciembre de 1977	255	En vigor: 16 de diciembre de 1999
Jordania	X	En vigor: 21 de febrero de 1978	258	En vigor: 28 de julio de 1998
Kazajstán		En vigor: 11 de agosto de 1995	504	
<i>Kenya</i>				
<i>Kirguistán</i>		<i>Firmado: 18 de marzo de 1998</i>		
Kiribati	X	En vigor: 19 de diciembre de 1990	390	
<i>Kuwait</i>		<i>Firmado: 10 de mayo de 1999</i>		
<i>La ex República Yugoslava de Macedonia</i>		<i>Firmado: 10 de octubre de 2000</i>		
Lesotho	X	En vigor: 12 de junio de 1973	199	
Letonia		En vigor: 21 de diciembre de 1993	434	En vigor: 12 de julio de 2001
Líbano	X	En vigor: 5 de marzo de 1973	191	
<i>Liberia</i>				
Liechtenstein		En vigor: 4 de octubre de 1979	275	
Lituania		En vigor: 15 de octubre de 1992	413	En vigor: 5 de julio de 2000
Luxemburgo		En vigor: 21 de febrero de 1977	193	Firmado: 22 de septiembre de 1998
Madagascar	X	En vigor: 14 de junio de 1973	200	
Malasia		En vigor: 29 de febrero de 1972	182	
Malawi	X	En vigor: 3 de agosto de 1992	409	
Maldivas	X	En vigor: 2 de octubre de 1977	253	
<i>Malí</i>				

ANEXO

CUADRO A21. (cont.)

Estado <sup>c</sup>	PPC <sup>d</sup>	Situación en cuanto a acuerdos de salvaguardias	INFCIRC	Situación en cuanto a protocolos adicionales
Malta	X	En vigor: 13 de noviembre de 1990	387	
Marruecos	X	En vigor: 18 de febrero de 1975	228	
Mauricio	X	En vigor: 31 de enero de 1973	190	
<i>Mauritania</i>				
México		En vigor: 14 de septiembre de 1973 <sup>17</sup>	197	
<i>Micronesia, Estados Federados de</i>				
<i>Moldova, República de</i>		<i>Firmado: 14 de junio de 1996</i>		
Mónaco	X	En vigor: 13 de junio de 1996	524	En vigor: 30 de septiembre de 1999
Mongolia	X	En vigor: 5 de septiembre de 1972	188	Firmado: 5 de diciembre de 2001
<i>Mozambique</i>				
Myanmar	X	En vigor: 20 de abril de 1995	477	
Namibia	X	En vigor: 15 de abril de 1998	551	Firmado: 22 de marzo de 2000
Nauru	X	En vigor: 13 de abril de 1984	317	
Nepal	X	En vigor: 22 de junio de 1972	186	
Nicaragua	X	En vigor: 29 de diciembre de 1976 <sup>2</sup>	246	
<i>Níger</i>		<i>Aprobado: 20 de marzo de 2001</i>		
Nigeria	X	En vigor: 29 de febrero de 1988	358	Firmado: 20 de septiembre de 2001
Noruega		En vigor: 1 de marzo de 1972	177	En vigor: 16 de mayo de 2000
Nueva Zelandia	X	En vigor: 29 de febrero de 1972	185	En vigor: 24 de septiembre de 1998
<i>Omán</i>		<i>Firmado: 28 de junio de 2001</i>		
Países Bajos		En vigor: 5 de junio de 1975 <sup>13</sup>	229	
<b>Pakistán</b>		En vigor: 5 de marzo de 1962	34	
<i>Panamá</i>	X	<i>En vigor: 23 de marzo de 1984 <sup>18</sup></i>	316	En vigor: 11 de diciembre de 2001
Papua Nueva Guinea	X	En vigor: 13 de octubre de 1983	312	
Paraguay	X	En vigor: 20 de marzo de 1979 <sup>2</sup>	279	
Perú		En vigor: 1 de agosto de 1979 <sup>2</sup>	273	En vigor: 23 de julio de 2001
Polonia		En vigor: 11 de octubre de 1972	179	En vigor: 5 de mayo de 2000
Portugal		Adhesión: 1 de julio de 1986 <sup>19</sup>	193	Firmado: 22 de septiembre de 1998 <sup>5</sup>
<i>Qatar</i>				
Reino Unido		En vigor: 14 de diciembre de 1972	175 <sup>22</sup>	
República Árabe Siria		En vigor: 18 de mayo de 1992	407	
<i>República Centroafricana</i>				
República Checa		En vigor: 11 de septiembre de 1997 <sup>9</sup>	541	Firmado: 28 de septiembre de 1999
<i>República de Palau</i>				
<i>República del Yemen</i>		<i>Firmado: 21 de septiembre de 2000</i>		
República Democrática Popular Lao	X	En vigor: 5 de abril de 2001	599	
República Democrática del Congo		En vigor: 9 de noviembre de 1972	183	
República Dominicana	X	En vigor: 11 de octubre de 1973 <sup>2</sup>	201	
República Popular Democrática de Corea		En vigor: 10 de abril de 1992	403	
<i>República Unida de Tanzania</i>		<i>Firmado: 26 de agosto de 1992</i>		
Rumania		En vigor: 27 de octubre de 1972	180	En vigor: 7 de julio de 2000
<i>Rwanda</i>				
Samoa	X	En vigor: 22 de enero de 1979	268	

## ANEXO

CUADRO A21. (cont.)

Estado <sup>c</sup>	PPC <sup>d</sup>	Situación en cuanto a acuerdos de salvaguardias	INFCIRC	Situación en cuanto a protocolos adicionales
San Marino	X	En vigor: 21 de septiembre de 1998	575	
San Vicente y las Granadinas	X	En vigor: 8 de enero de 1992 <sup>11</sup>	400	
Santa Lucía	X	En vigor: 2 de febrero de 1990 <sup>11</sup>	379	
Santa Sede	X	En vigor: 1 de agosto de 1972	187	En vigor: 24 de septiembre de 1998
<i>Santo Tomé y Príncipe</i>				
Senegal	X	En vigor: 14 de enero de 1980	276	
<i>Seychelles</i>				
<i>Sierra Leona</i>		<i>Firmado: 10 de noviembre de 1977</i>		
Singapur	X	En vigor: 18 de octubre de 1977	259	
<i>Somalia</i>				
Sri Lanka		En vigor: 6 de agosto de 1984	320	
St. Kitts y Nevis	X	En vigor: 7 de mayo de 1996 <sup>11</sup>	514	
Sudáfrica		En vigor: 16 de septiembre de 1991	394	
Sudán	X	En vigor: 7 de enero de 1977	245	
Suecia		Adhesión: 1 de junio de 1995 <sup>21</sup>	193	Firmado: 22 de septiembre de 1998 <sup>5</sup>
Suiza		En vigor: 6 de septiembre de 1978	264	Firmado: 16 de junio de 2000
Suriname	X	En vigor: 2 de febrero de 1979 <sup>2</sup>	269	
Swazilandia	X	En vigor: 28 de julio de 1975	227	
Tailandia		En vigor: 16 de mayo de 1974	241	
<i>Tayikistán</i>				
<i>Togo</i>		<i>Firmado: 29 de noviembre de 1990</i>		
Tonga	X	En vigor: 18 de noviembre de 1993	426	
Trinidad y Tabago	X	En vigor: 4 de noviembre de 1992 <sup>2</sup>	414	
Túnez		En vigor: 13 de marzo de 1990	381	
<i>Turkmenistán</i>				
Turquía		En vigor: 1 de septiembre de 1981	295	En vigor: 17 de julio de 2001
Tuvalu	X	En vigor: 15 de marzo de 1991	391	
Ucrania		En vigor: 22 de enero de 1998	550	Firmado: 15 de agosto de 2000
<i>Uganda</i>				
Uruguay		En vigor: 17 de septiembre de 1976 <sup>2</sup>	157	Firmado: 29 de septiembre de 1997
Uzbekistán		En vigor: 8 de octubre de 1994	508	En vigor: 21 de diciembre de 1998
<i>Vanuatu</i>				
Venezuela		En vigor: 11 de marzo de 1982 <sup>2</sup>	300	
Viet Nam		En vigor: 23 de febrero de 1990	376	
Yugoslavia, República Federativa de		En vigor: 28 de diciembre de 1973 <sup>23</sup>	204	
Zambia	X	En vigor: 22 de septiembre de 1994	456	
Zimbabwe	X	En vigor: 26 de junio de 1995	483	

<sup>1</sup> Acuerdo de salvaguardias amplias sui géneris.

<sup>2</sup> El acuerdo de salvaguardias se refiere tanto al Tratado de Tlatelolco como al TNP.

<sup>3</sup> La fecha se refiere al acuerdo de salvaguardias concertado entre la Argentina, el Brasil, la ABACC y el Organismo. Tras su aprobación por la Junta de Gobernadores, el 18 de marzo de 1997 entró en vigor un intercambio de cartas entre la Argentina y el Organismo confirmando que el acuerdo de salvaguardias cumple los requisitos del artículo 13 del Tratado de Tlatelolco y del artículo III del TNP de concertar un acuerdo de salvaguardias con el Organismo.

## ANEXO

- <sup>4</sup> La aplicación de salvaguardias en Austria en el marco del acuerdo de salvaguardias con arreglo al TNP (INFCIRC/156), en vigor desde el 23 de julio de 1972, quedó suspendida el 31 de julio de 1996, fecha en que entró en vigor para Austria el acuerdo entre los Estados no poseedores de armas nucleares miembros de la EURATOM, la EURATOM y el Organismo, de 5 de abril de 1973 (INFCIRC/193), al que Austria se había adherido.
- <sup>5</sup> El Organismo ha recibido notificación del Estado de que se han cumplido sus requisitos internos para la entrada en vigor del Protocolo adicional concertado con la EURATOM y con el Organismo. El Protocolo adicional entrará en vigor en la fecha en que el Organismo reciba notificación por escrito de todos los Estados y de la EURATOM de que se han cumplido sus respectivos requisitos para la entrada en vigor.
- <sup>6</sup> El acuerdo de salvaguardias con arreglo al TNP concertado con la República Federativa Socialista de Yugoslavia (INFCIRC/204), que entró en vigor el 28 de diciembre de 1973, continúa aplicándose en Bosnia y Herzegovina en la medida correspondiente al territorio de Bosnia y Herzegovina.
- <sup>7</sup> La fecha se refiere al acuerdo de salvaguardias concertado entre la Argentina, el Brasil, la ABACC y el Organismo. Tras su aprobación por la Junta de Gobernadores, el 10 de junio de 1997 entró en vigor un intercambio de cartas entre el Brasil y el Organismo confirmando que el acuerdo de salvaguardias cumple los requisitos del artículo 13 del Tratado de Tlatelolco. Tras su aprobación por la Junta de Gobernadores, el 20 de septiembre de 1999 entró en vigor un intercambio de cartas confirmando que el acuerdo de salvaguardias también cumple los requisitos del artículo III del TNP.
- <sup>8</sup> La fecha se refiere a un acuerdo de salvaguardias concertado con arreglo al artículo 13 del Tratado de Tlatelolco. Tras su aprobación por la Junta de Gobernadores entró en vigor un intercambio de cartas (para Chile el 9 de septiembre de 1996; para Colombia el 13 de junio de 2001) confirmando que el acuerdo de salvaguardias cumple los requisitos del artículo III del TNP.
- <sup>9</sup> El acuerdo de salvaguardias con arreglo al TNP concertado con la República Socialista Checoslovaca (INFCIRC/173), que entró en vigor el 3 de marzo de 1972, continuó aplicándose en la República Checa en la medida correspondiente al territorio de la República Checa hasta el 11 de septiembre de 1997, fecha en la que entró en vigor el acuerdo de salvaguardias con arreglo al TNP concertado con la República Checa.
- <sup>10</sup> El acuerdo de salvaguardias con Dinamarca con arreglo al TNP (INFCIRC/176), en vigor desde el 1 de marzo de 1972, ha sido sustituido por el Acuerdo de 5 de abril de 1973 entre los Estados no poseedores de armas nucleares miembros de la EURATOM, la EURATOM y el Organismo (INFCIRC/193), pero sigue aplicándose a las Islas Faroe. Tras la salida de Groenlandia de la EURATOM, el 31 de enero de 1985, el Acuerdo entre el Organismo y Dinamarca (INFCIRC/176) volvió a entrar en vigor para Groenlandia.
- <sup>11</sup> Entre este Estado y el Organismo ha tenido lugar un intercambio de cartas que confirma que el acuerdo de salvaguardias cumple las obligaciones del Estado, emanadas del artículo 13 del Tratado de Tlatelolco.
- <sup>12</sup> La aplicación de salvaguardias en Finlandia en el marco del acuerdo de salvaguardias con arreglo al TNP (INFCIRC/155), en vigor desde el 9 de febrero de 1972, quedó suspendida el 1 de octubre de 1995, fecha en que entró en vigor para Finlandia el acuerdo entre los Estados no poseedores de armas nucleares miembros de la EURATOM, la EURATOM y el Organismo, de 5 de abril de 1973 (INFCIRC/193), al que Finlandia se había adherido.
- <sup>13</sup> El acuerdo de salvaguardias mencionado está en conformidad con el Protocolo adicional I del Tratado de Tlatelolco.
- <sup>14</sup> El acuerdo de salvaguardias con arreglo al TNP, de 7 de marzo de 1972, concertado con la República Democrática Alemana (INFCIRC/181), perdió su vigencia el 3 de octubre de 1990, fecha en que la República Democrática Alemana se unió a la República Federal de Alemania.
- <sup>15</sup> En espera de la entrada en vigor, el Protocolo adicional se aplica provisionalmente en este Estado.
- <sup>16</sup> La aplicación de salvaguardias en Grecia en el marco del acuerdo de salvaguardias con arreglo al TNP (INFCIRC/166), provisionalmente en vigor desde el 1 de marzo de 1972, quedó suspendida el 17 de diciembre de 1981, fecha en que Grecia se adhirió al acuerdo de 5 de abril de 1973 (INFCIRC/193) concertado entre los Estados no poseedores de armas nucleares miembros de la EURATOM, la EURATOM y el Organismo.
- <sup>17</sup> El acuerdo de salvaguardias mencionado fue concertado en virtud tanto del Tratado de Tlatelolco como del TNP. La aplicación de salvaguardias en el marco de un acuerdo de salvaguardias anterior conforme al Tratado de Tlatelolco, que entró en vigor el 6 de septiembre de 1968 (INFCIRC/118), quedó suspendida el 14 de septiembre de 1973.

## ANEXO

- <sup>18</sup> La fecha se refiere a un acuerdo de salvaguardias concertado con arreglo al artículo 13 del Tratado de Tlatelolco. El 22 de diciembre de 1988 se firmó un acuerdo de salvaguardias conforme al TNP y el Tratado de Tlatelolco, pero aún no ha entrado en vigor.
- <sup>19</sup> La aplicación de salvaguardias en Portugal en el marco del acuerdo de salvaguardias con arreglo al TNP (INFCIRC/272), en vigor desde el 14 de junio de 1979, quedó suspendida el 1 de julio de 1986, fecha en que Portugal se adhirió al acuerdo de 5 de abril de 1973 (INFCIRC/193) concertado entre los Estados no poseedores de armas nucleares miembros de la EURATOM, la EURATOM y el Organismo.
- <sup>20</sup> El acuerdo de salvaguardias con arreglo al TNP concertado con la República Socialista Checoslovaca (INFCIRC/173), que entró en vigor el 3 de marzo de 1972, sigue aplicándose en Eslovaquia en la medida correspondiente al territorio de Eslovaquia. El 14 de septiembre de 1998 la Junta de Gobernadores aprobó un nuevo acuerdo de salvaguardias en relación con el TNP concertado con Eslovaquia
- <sup>21</sup> La aplicación de salvaguardias en Suecia en el marco del acuerdo de salvaguardias con arreglo al TNP (INFCIRC/234), en vigor desde el 14 de abril de 1975, quedó suspendida el 1 de junio de 1995, fecha en que entró en vigor para Suecia el acuerdo entre los Estados no poseedores de armas nucleares miembros de la EURATOM, la EURATOM y el Organismo, de 5 de abril de 1973 (INFCIRC/193), al que Suecia se había adherido.
- <sup>22</sup> La fecha se refiere al acuerdo de salvaguardias INFCIRC/66 concertado entre el Reino Unido y el Organismo el cual sigue en vigor.
- <sup>23</sup> El acuerdo de salvaguardias con arreglo al TNP concertado con la República Federativa Socialista de Yugoslavia (INFCIRC/204), que entró en vigor el 28 de diciembre de 1973, continúa aplicándose en la República Federativa de Yugoslavia en la medida correspondiente al territorio de la República Federativa de Yugoslavia.

ANEXO

CUADRO A22. PARTICIPACIÓN DE LOS ESTADOS EN TRATADOS MULTILATERALES DE LOS QUE ES DEPOSITARIO EL DIRECTOR GENERAL, CONCERTACIÓN DE ACUERDOS SUPLEMENTARIOS REVISADOS Y ACEPTACIÓN DE ENMIENDAS DEL ARTÍCULO VI Y DEL PÁRRAFO A DEL ARTÍCULO XIV DEL ESTATUTO DEL ORGANISMO

(Situación en 31 de diciembre de 2001)

<b>ASIST</b>	Convención sobre asistencia en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica.
<b>ASR</b>	Acuerdos Suplementarios Revisados sobre la prestación de asistencia técnica por el OIEA (ASR).
<b>CPFMN</b>	Convención sobre la protección física de los materiales nucleares.
<b>CV</b>	Convención de Viena sobre responsabilidad civil por daños nucleares.
<b>CV/PO</b>	Protocolo Facultativo sobre Jurisdicción Obligatoria para la Solución de Controversias.
<b>NOT</b>	Convención sobre la pronta notificación de accidentes nucleares.
<b>PC</b>	Protocolo Común relativo a la aplicación de la Convención de Viena y del Convenio de París.
<b>PCV</b>	Protocolo de enmienda de la Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares ( <i>todavía no ha entrado en vigor</i> ).
<b>PeI</b>	Acuerdo sobre Privilegios e Inmunidades del OIEA.
<b>RADW</b>	Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos.
<b>SN</b>	Convención sobre Seguridad Nuclear.
<b>SUP</b>	Convención sobre indemnización suplementaria por daños nucleares ( <i>todavía no ha entrado en vigor</i> ).
<b>VI</b>	Aceptación de la enmienda del artículo VI del Estatuto del OIEA.
<b>XIV.A</b>	Aceptación de la enmienda del párrafo A del artículo XIV del Estatuto del OIEA.

	PeI	CV	CV/OP	CPFMN	NOT	ASIST	PC	SN	RADW	PCV	SUP	ASR	VI	XIV.A
* Afganistán					Sr	Sr						S		
* Albania												S		
* Alemania	Pr			Pr	Pr	Pr	P	P	P				X	X
Andorra														
* Angola														
Antigua y Barbuda				P										
* Arabia Saudita					Pr	Pr						S		
* Argelia					Sr	Sr		S				S	X	X
* Argentina	P	P		P	Pr	Pr	S	P	P	CS	CS	S		
* Armenia		P		P	P	P		P						
* Australia	P			P	Pr	Pr		P	S		S			
* Austria				Pr	P	Pr		P	P					
* Azerbaiyán														
Bahamas														
Bahrein														
* Bangladesh					P	P		P				S		
Barbados														
* Belarús	Pr	P		Pr	Pr	Pr		P	S	S		S	X	X
* Bélgica	Pr			Pr	P	P	S	P	S					
Belice														
* Benin														
Bhután														
* Bolivia	P	P										S		
* Bosnia y Herzegovina		P		P	P	P								
Botswana				P										
* Brasil	P	P		P	P	P		P	S			S		
Brunei														
* Bulgaria	Pw	P		Pw	Pw	Pw	P	P	P			S		
* Burkina Faso												S		
Burundi														

\*: Estado Miembro del Organismo; **S**: Signatario; **P**: Parte; **CS**: Estado Contratante; **r**: reserva/declaración existente; **w**: retirada de reserva/declaración anterior.

## ANEXO

CUADRO A22. (cont.)

	PeI	CV	CV/OP	CPFMN	NOT	ASIST	PC	SN	RADW	PCV	SUP	ASR	VI	XIV.A
<b>Cabo Verde</b>														
<b>* Camboya</b>														
* Camerún	P	P			S	S	P					S		
* Canadá	Pr			P	Pr	Sr		P	P				X	X
<b>Chad</b>														
* Chile	Pr	Pr		P	S	S	P	P				S		
* China	Pr			Pr	Pr	Pr		P				S		
* Chipre	P			Pr	P	P		P				S		
* Colombia	P	S	S									S		
<b>Comoras</b>														
<b>Congo</b>														
* Costa Rica					P	P						S		
* Côte d'Ivoire					S	S						S		
* Croacia	P	P		P	P	P	P	P	P			S	X	X
* Cuba	Pr	P		Pr	Pr	Pr		S				S		
* Dinamarca	Pr			P	P	S	P	Pr	Pr					
<b>Djibouti</b>														
<b>Dominica</b>														
* Ecuador	P			P								S		
* Egipto	P	P			Pr	Pr	P	S				S		
* El Salvador												S		
<b>Emiratos Árabes Unidos</b>														
<b>Eritrea</b>														
* Eslovaquia	Pw	P		P	Pr	Pr	P	P	P			S		
* Eslovenia	P	P		P	P	P	P	P	P				X	X
* España	P	S		Pr	Pr	Pr	S	P	P			S		
<b>* Estados Unidos de América</b>														
* Estonia	P	P		P	P	P	P		S		S	S		
* Etiopía												S		
* Federación de Rusia	Pr	S		Pr	Pr	Pr		P	S					
<b>Fiji</b>														
* Filipinas	P	P	P	P	P	P	S	S	S	S	S	S		
* Finlandia	P			Pr	P	Pr	P	P	P					X
* Francia				Pr	Pr	Pr	S	P	P				X	X
<b>* Gabón</b>														
<b>Gambia</b>														
* Georgia												S		
* Ghana	P							S				S		
<b>Granada</b>														
* Grecia	P			Pr	Pr	Pr	P	P	P			S	X	X
* Guatemala				Pr	P	P						S		
<b>Guinea</b>														
<b>Guinea Ecuatorial</b>														
<b>Guinea-Bissau</b>														
<b>Guyana</b>														
* Haití				S								S		
<b>Honduras</b>														
* Hungría	Pr	P		Pw	Pw	Pw	P	P	P	S		S		
* India	P				Pr	Pr		Sr						
* Indonesia	Pr			Pr	Pr	Pr		S	S	S	S	S		

\*: Estado Miembro del Organismo; **S**: Signatario; **P**: Parte; **CS**: Estado Contratante; **r**: reserva/declaración existente; **w**: retirada de reserva/declaración anterior.

## ANEXO

CUADRO A22. (cont.)

	Pel	CV	CV/OP	CPFMN	NOT	ASIST	PC	SN	RADW	PCV	SUP	ASR	VI	XIV.A
* <b>Iran, Rep. Islámica del</b>	P				Pr	Pr						S		
* <b>Iraq</b>					Pr	Pr						S		
* <b>Irlanda</b>	P			Pr	P	Pr		P	P			S	X	X
* <b>Islandia</b>					P	S		S				S		
* <b>Islas Marshall</b>														
<b>Islas Salomón</b>														
* <b>Israel</b>		Sr		Sr	Pr	Pr		S				S		
* <b>Italia</b>	Pr			Pr	Pr	Pr	P	P	S	S	S			
* <b>Jamahiriya Árabe Libia</b>				P		P						S		
* <b>Jamaica</b>	P											S		
* <b>Japón</b>	P			P	P	Pr		P					X	
* <b>Jordania</b>	Pr				P	P		S				S		
* <b>Kazajastán</b>	P							S	S			S		
* <b>Kenya</b>												S		
<b>Kirguistán</b>														
* <b>Kuwait</b>	P													
* <b>La ex República Yugoslava de Macedonia</b>		P		P	P	P						S		
<b>Lesotho</b>														
* <b>Letonia</b>	P	P			P	P	P	P	P	CS		S		
* <b>Líbano</b>		P		P	P	P		P	S	S	S	S		
* <b>Liberia</b>														
* <b>Liechtenstein</b>				P	P	P							X	X
* <b>Lituania</b>	P	P		P	P	P	P	P	S	S	S	S	X	X
* <b>Luxemburgo</b>	Pr			Pr	P	P		P	P				X	X
* <b>Madagascar</b>												S		
* <b>Malasia</b>					Pr	Pr						S		
<b>Malawi</b>														
<b>Maldivas</b>														
* <b>Malí</b>					S	S		P				S		
* <b>Malta</b>												S	X	X
* <b>Marruecos</b>	Pr	S		S	P	P	S	S	P	CS	CS	S	X	
* <b>Mauricio</b>	P				Pr	Pr						S		
<b>Mauritania</b>														
* <b>México</b>	Pr	P		P	P	P		P				S		
<b>Micronesia</b>														
* <b>Mónaco</b>				P	Pr	Pr		S					X	X
* <b>Mongolia</b>	Pw			Pw	Pw	Pw						S		
<b>Mozambique</b>														
* <b>Myanmar</b>					Pr							S	X	X
* <b>Namibia</b>												S		
<b>Nepal</b>														
* <b>Nicaragua</b>	P				Pr	Pr		S				S		
* <b>Níger</b>	P	P		S	S	S						S		
* <b>Nigeria</b>					P	P		S				S		
* <b>Noruega</b>	P			Pr	P	Pr	P	P	P					
* <b>Nueva Zelandia</b>	P				P	Pr								
<b>Omán</b>														
* <b>Países Bajos</b>	P			Pr	Pr	Pr	P	P	P					
* <b>Pakistán</b>	Pr			Pr	Pr	Pr		P				S	X	X
<b>Palau</b>														

\*: Estado Miembro del Organismo; **S**: Signatario; **P**: Parte; **CS**: Estado Contratante; **r**: reserva/declaración existente; **w**: retirada de reserva/declaración anterior.

## ANEXO

CUADRO A22. (cont.)

	Pel	CV	CV/OP	CPFMN	NOT	ASIST	PC	SN	RADW	PCV	SUP	ASR	VI	XIV.A
* Panamá				P	P	P						S		
Papua Nueva Guinea														
* Paraguay				P	S	S						S		
* Perú		P		P	Pr	Pr		P	S	S	S	S		
* Polonia	Pw	P		Pw	Pw	Pw	P	P	P	S		S	X	X
* Portugal				Pr	P	S	S	P				S		
* Qatar												S		
* Reino Unido	Pw	S	S	Pr	Pr	Pr	S	P	P				X	X
* Rep. de Moldova		P		P	P	P		P				S		
Rep. Dem. Popular Lao														
* Rep. Democrática del Congo					S	S						S		
* Rep. Fed. de Yugoslavia	P	P	S	P	P	P						S		
Rep. Popular Dem. de Corea					Sr	Sr								
* Rep. Unida de Tanzania												S		
* República Árabe Libia	P				S	S		S				S		
* República Centroafricana														
* República Checa	Pw	P		P	P	P	P	P	P	S	S	S		
* República de Corea	Pr			Pr	P	Pr		P	S			S	X	X
* República Dominicana				S								S		
* Rumania	Pr	P		Pr	Pr	Pr	P	P	P	CS	CS	S	X	X
Rwanda														
Samoa														
San Marino														
San Vicente y las Granadinas		P			P	P	P							
Santa Lucía														
* Santa Sede	P				S	S							X	X
Santo Tomé y Príncipe														
* Senegal					S	S						S		
Seychelles														
* Sierra Leona					S	S						S		
* Singapur	Pr				P	P		P				S		
Somalia														
* Sri Lanka					Pr	Pr		P				S		
St. Kitts y Nevis														
* Sudáfrica				Sr	Pr	Pr		P						
* Sudán				P	S	S		S				S		
* Suecia	P			Pr	P	Pr	P	P	P				X	X
* Suiza	Pr			Pr	P	P	S	P	P				X	X
Suriname														
Swazilandia														
* Tailandia	Pr				Pr	Pr						S		
* Tayikistán				P										
Togo														
Trinidad y Tabago		P		P										
* Túnez	P			P	P	P		S				S		
Turkmenistán														
* Turquía	Pr			Pr	Pr	Pr	S	P				S		
* Ucrania	Pr	P		P	Pr	Pr	P	Pr	P	S	S	S		
* Uganda												S		
* Uruguay		P	P		P	P		S				S		

\*: Estado Miembro del Organismo; **S**: Signatario; **P**: Parte; **CS**: Estado Contratante; **r**: reserva/declaración existente; **w**: retirada de reserva/declaración anterior.

ANEXO

CUADRO A22. (cont.)

	PeI	CV	CV/OP	CPFMN	NOT	ASIST	PC	SN	RADW	PCV	SUP	ASR	VI	XIV.A
* Uzbekistán					P								S	
Vanuatu														
* Venezuela													S	
* Viet Nam	P				Pr	Pr							S	
* Yemen														
* Zambia													S	
* Zimbabwe					S	S							S	

\*: Estado Miembro del Organismo; **S**: Signatario; **P**: Parte; **CS**: Estado Contratante; **r**: reserva/declaración existente; **w**: retirada de reserva/declaración anterior.

**CUADRO A23. INSTRUMENTOS NEGOCIADOS Y APROBADOS BAJO LOS AUSPICIOS DEL ORGANISMO, DE LOS QUE ES DEPOSITARIO EL DIRECTOR GENERAL DEL ORGANISMO (SITUACIÓN Y NOVEDADES PERTINENTES)**

*Acuerdo sobre privilegios e inmunidades del OIEA* (transcrito en el INFCIRC/9/Rev.2). En 2001, un Estado aceptó el Acuerdo. Al final del año había 68 Partes.

*Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares* (transcrita en el INFCIRC/500). Entró en vigor el 12 de noviembre de 1977. En 2001, un Estado se adhirió a la Convención. Al final del año había 33 Partes.

*Protocolo Facultativo sobre Jurisdicción Obligatoria para la Solución de Controversias* (transcrito en el INFCIRC/500/Add.3). Entró en vigor el 13 de mayo de 1999. En 2001, no hubo cambios en su situación, con un total de dos Partes.

*Convención sobre la protección física de los materiales nucleares* (transcrita en el documento INFCIRC/274/Rev.1). Entró en vigor el 8 de febrero de 1987. En 2001, un Estado se adhirió a la Convención. Al final del año había 69 Partes.

*Convención sobre la pronta notificación de accidentes nucleares* (transcrita en el INFCIRC/335). Entró en vigor el 27 de octubre de 1986. En 2001, un Estado se adhirió a la Convención. Al final del año había 87 Partes.

*Convención sobre asistencia en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica* (transcrita en el INFCIRC/336). Entró en vigor el 26 de febrero de 1987. En 2001, un Estado se adhirió a la Convención. Al final del año había 83 Partes.

*Protocolo Común relativo a la aplicación de la Convención de Viena y del Convenio de París* (transcrito en el INFCIRC/402). Entró en vigor el 27 de abril de 1992. En 2001, tres Estados se adhirieron al Protocolo. Al final del año había 24 Partes.

*Convención sobre Seguridad Nuclear* (transcrita en el INFCIRC/449). Entró en vigor el 24 de octubre de 1996. En 2001, no hubo cambios en su situación, con un total de 53 Partes.

*Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos* (transcrita en el INFCIRC/546). Entró en vigor el 18 de junio de 2001. En 2001, cuatro Estados se adhirieron a la Convención y un Estado la firmó. Al final del año había 27 Partes.

*Protocolo de enmienda de la Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares* (transcrito en el INFCIRC/566). Fue abierto a la firma el 29 de septiembre de 1997. En 2001, un Estado se adhirió al Protocolo y un Estado lo firmó. Al final del año había 4 Estados Contratantes y 15 Signatarios.

*Convención sobre indemnización suplementaria por daños nucleares* (transcrito en el INFCIRC/567). Fue abierto a la firma el 29 de septiembre de 1997. En 2001, no hubo cambios en su situación, con un total de 3 Estados Contratantes y 13 Signatarios.

*Acuerdo de cooperación regional en África para la investigación, el desarrollo y la capacitación en materia de ciencias y tecnología nucleares (AFRA)* (Segunda prórroga) (transcrito en el INFCIRC/377). Entró en vigor el 4 de abril de 2000. En 2001, dos Estados se adhirieron al Acuerdo. Al final del año había 22 Partes.

*Segundo Acuerdo por el que se prorroga el acuerdo de cooperación regional para la investigación, el desarrollo y la capacitación en materia de ciencias y tecnología nucleares (ACR)*, de 1987 (transcrito en el INFCIRC/167/Add.18). Entró en vigor el 12 de junio de 1997. En 2001, no hubo cambios en su situación, con un total de 17 Partes.

*Acuerdos Suplementarios Revisados sobre la prestación de asistencia técnica por el OIEA (ASR)*. En 2001, tres Estados concertaron Acuerdos. Al final del año 95 Estados habían concertado Acuerdos ASR.

*Acuerdo de cooperación para la promoción de la ciencia y la tecnología nucleares en América Latina y el Caribe (ARCAL)* (transcrito en el INFCIRC/582). Fue abierto a la firma el 25 de septiembre de 1998. En 2001, un Estado se adhirió al Acuerdo y tres Estados lo firmaron. Al final del año había 5 Estados Contratantes y 17 Signatarios.

CUADRO A24. **PROYECTOS COORDINADOS DE INVESTIGACIÓN —NUEVOS O CONCLUIDOS EN 2001**

LA LISTA COMPLETA DE LOS PCI EN CURSO FIGURA EN EL SITIO WEB DEL ORGANISMO, *WORLDATOM*  
 LAS COPIAS IMPRESAS PUEDEN OBTENERSE, PREVIA SOLICITUD, DE LA DIVISIÓN DE INFORMACIÓN PÚBLICA  
 DEL ORGANISMO

**Energía Nucleoeléctrica***Nuevos*

Investigación económica y evaluación de proyectos de desalación nuclear seleccionados y estudios de casos concretos.

Evaluación de los daños causados por la radiación a las vasijas de presión de los reactores WWER, utilizando la base de datos del OIEA sobre materiales de las vasijas de presión de los reactores

Verificación de la integridad de los tubos de los generadores de vapor de WWER

*Concluidos*

Intercomparación de técnicas para la inspección de tubos de presión y el diagnóstico

Optimización del acoplamiento de reactores nucleares a sistemas de desalación

Potencial de los ciclos del combustible basados en el torio para restringir el plutonio y reducir la toxicidad de los desechos a largo plazo

Empleo del ciclo del combustible basado en el torio en sistemas accionados por aceleradores (SAA) para incinerar plutonio y reducir la toxicidad de los desechos a largo plazo

**Tecnología del ciclo del combustible nuclear y de gestión de desechos***Nuevos*

Corrosión en el agua de las vainas de aluminio del combustible gastado de reactores de investigación (Fase: II)  
 Tecnologías para proceso de datos y diagnóstico de la química del agua y el control de la corrosión en centrales nucleares

Aspectos del ciclo del combustible nuclear relacionados con la disposición final del uranio empobrecido

*Concluidos*

Evaluación de la durabilidad química y el comportamiento del combustible gastado y de las formas de desechos de actividad alta en condiciones de repositorio simuladas (prorrogado hasta 2005)

Métodos combinados de tratamiento de desechos radiactivos líquidos

Técnicas de clausura de reactores de investigación

Elaboración de modelos del transporte de sustancias radiactivas en el circuito primario de reactores refrigerados por agua

Tratamiento de efluentes líquidos provenientes de minas y plantas de tratamiento de uranio durante y después de la explotación

**Evaluación comparativa para el desarrollo energético sostenible***Nuevos*

Eficacia en función de los costos de la energía nucleoelectrica en comparación con la captura y el secuestro de dióxido de carbono de centrales eléctricas que utilizan combustibles fósiles

Evolución histórica de los indicadores del desarrollo energético sostenible (IDES) y empleo de esta información para diseñar directrices respecto de las estrategias energéticas futuras en conformidad con los objetivos del desarrollo sostenible

Impacto de los requisitos infraestructurales sobre la competitividad de la energía nucleoelectrica

*Concluidos*

Estudios de casos para evaluar y comparar diferentes fuentes de energía en estrategias de suministro de energía y electricidad sostenibles

Estimación de los costos externos relacionados con la producción de electricidad en los países en desarrollo utilizando metodologías simplificadas

## CUADRO A24. (cont.)

**Agricultura y alimentación***Nuevos*

- Establecimiento de estrategias para la vigilancia eficaz de residuos de medicamentos veterinarios en el ganado y los productos ganaderos de países en desarrollo
- Tecnologías que facilitan la expansión de la técnica de los insectos estériles en relación con el gusano barrenador del ganado del Viejo y del Nuevo Mundo
- Enfoque integrado para mejorar los sistemas lácteos orientados a pequeños mercados
- Gestión integrada de suelos, aguas y nutrientes para el establecimiento de sistemas sostenibles de cultivo de arroz-trigo en Asia
- Empleo de la irradiación para garantizar la calidad higiénica de frutas y vegetales frescos y precocinados y otros alimentos mínimamente procesados de origen vegetal

*Concluidos*

- Evaluación de la erosión del suelo mediante el uso de cesio 137 y técnicas conexas como base para la conservación del suelo, la producción sostenible y la protección ambiental
- Automatización de la cría en masa de la mosca tsetsé para su utilización en programas de la técnica de insectos estériles
- Biología y biotecnología celulares, incluidas técnicas de mutación, para la creación de nuevos genotipos útiles del plátano
- Empleo de técnicas isotópicas en estudios de la gestión de la materia orgánica y la renovación de los nutrientes de los suelos con el fin de aumentar y hacer sostenible la producción agrícola y la conservación del medio ambiente
- Empleo de técnicas nucleares y colorimétricas para medir el suministro de proteína microbiana derivado de recursos de piensos locales en el ganado rumiante

**Sanidad Humana***Nuevos*

- Aplicación de técnicas isotópicas y nucleares en el estudio de las interacciones entre la nutrición y la contaminación y sus repercusiones en el estado de la nutrición de los seres humanos en poblaciones de países en desarrollo
- Evaluación comparativa de modalidades de teleterapia
- Desarrollo de técnicas en los laboratorios secundarios de calibración dosimétrica para la difusión de patrones de medición de la dosis absorbida en agua
- Establecimiento de auditorías de calidad basadas en dosimetría por termoluminiscencia para dosimetría radioterapéutica en condiciones en que no existe referencia
- Armonización de protocolos y procedimientos en la gestión de la hidronefrosis neonatal
- Herramientas isotópicas y complementarias para el estudio de la situación y las interacciones de micronutrientes en poblaciones de países en desarrollo expuestas a múltiples deficiencias nutricionales
- Imágenes radiofarmacéuticas para predecir y evaluar la respuesta del cáncer de seno a la quimioterapia neoadyuvante
- Empleo de técnicas nucleares y analíticas conexas en el estudio de exposiciones humanas a elementos tóxicos por consumo de alimentos contaminados por actividades industriales

*Concluidos*

- Aplicación clínica de radiosensibilizadores en radioterapia del cáncer
- Desarrollo y validación de un sistema de comunicación de medicina nuclear basado en la Internet sobre estudios clínicos y técnicos
- Establecimiento de un programa de garantía de calidad para dosimetría en radioterapia en países en desarrollo
- Elaboración de un juego (kit) serológico mejorado para el diagnóstico de la enfermedad de Chagas utilizando métodos de radionucleidos
- Biodosimetría por resonancia paramagnética de electrones
- Marcadores del virus de inmunodeficiencia humana (VIH) en pacientes con cáncer de cuello del útero tratados con radioterapia

CUADRO A24. (cont.)

**Aplicaciones de las ciencias físicas y químicas**

*Nuevos*

Datos atómicos y moleculares para el diagnóstico del plasma de fusión

Datos para procesos moleculares en el borde del plasma

Plasma denso magnetizado

Elaboración de módulos de aprendizaje a distancia sobre localización de averías de instrumentos nucleares

Aplicaciones in situ de técnicas de fluorescencia por rayos X

*Concluidos*

Proyecto de actualización de la biblioteca de la WIMSD

**Seguridad nuclear**

*Concluidos*

Investigación de metodologías para el análisis de incidentes

Ejercicio cíclico sobre fragilización y recocido por irradiación de metales para la soldadura de vasijas de presión de reactores WWER-440

**Seguridad radiológica**

*Concluidos*

Establecimiento de una base radiológica respecto de los requisitos de seguridad para el transporte de materiales de baja actividad específica y objetos contaminados en la superficie

---

CUADRO A25. **CURSOS DE CAPACITACIÓN, SEMINARIOS Y TALLERES EN 2001****Energía nucleoelectrónica***Cursos*

Curso de capacitación del Organismo de Cooperación Internacional de Corea/OIEA sobre planificación de la energía nucleoelectrónica y gestión de proyectos para personal directivo de nivel intermedio - República de Corea  
 Curso regional sobre equipo mecánico - República de Corea  
 Curso regional sobre modernización de sistemas de instrumentación y control de centrales nucleares - Alemania  
 Curso regional sobre optimización de los programas de mantenimiento de las centrales nucleares - Alemania

*Seminario*

Situación y perspectivas de los reactores de pequeña y mediana potencia - Egipto

*Talleres*

Taller regional sobre el programa de gestión del envejecimiento del equipo mecánico y del equipo de instrumentación y control - Sede  
 Taller regional sobre aplicación del concepto de fugas producidas antes de la rotura - Eslovenia  
 Taller regional sobre métodos y técnicas de vigilancia de las condiciones para la evaluación de la vida útil - Ucrania  
 Taller regional sobre gestión de la configuración a lo largo de la vida útil de la central - Eslovenia  
 Taller regional sobre el sistema de adquisición de datos y gestión del envejecimiento - Rumania  
 Taller regional sobre los aspectos económicos del comportamiento de centrales nucleares - Hungría  
 Taller regional sobre la experiencia en la gestión de proyectos de energía nucleoelectrónica demorados - Eslovaquia  
 Taller regional sobre el diseño de la interfaz hombre-máquina en la sala principal de control - Brasil  
 Taller regional sobre las competencias de gestión requeridas para el entorno competitivo - China  
 Taller regional sobre la gestión de los recursos humanos durante la transición organizacional - Rumania  
 Taller regional sobre el mantenimiento de centrales nucleares y las inspecciones durante el servicio - China  
 Taller regional sobre cualificación de los sistemas de inspección durante el servicio con especial interés en la justificación técnica - República Checa  
 Taller regional sobre estrategias y políticas en la aplicación de los programas de gestión de la vida útil de centrales nucleares - Eslovenia  
 Taller regional sobre evaluación de la integridad estructural - Alemania  
 Taller regional sobre tecnología moderna de instrumentación y control para sistemas de control de procesos avanzados - República Islámica del Irán  
 Taller regional sobre simulación en centrales nucleares avanzadas - Centro Internacional de Física Teórica Abdus Salam, Trieste  
 Taller regional sobre evaluación de los aspectos económicos de la desalación - Centro Internacional de Física Teórica Abdus Salam, Trieste  
 Taller sobre sistemas nucleares híbridos para producción de energía, utilización de actínidos y transmutación de desechos radiactivos de período largo - Centro Internacional de Física Teórica Abdus Salam, Trieste  
 Taller regional sobre evaluación de los aspectos económicos de la desalación - Centro Internacional de Física Teórica Abdus Salam, Trieste

**Tecnología del ciclo del combustible nuclear y de gestión de desechos***Cursos*

Curso sobre las aplicaciones del crédito por quemado en sistemas de gestión del combustible gastado - EE.UU.  
 Curso sobre el ciclo del combustible nuclear - Marruecos  
 Clausura de reactores de investigación y otras instalaciones nucleares pequeñas - República de Corea  
 Curso regional sobre gestión de fuentes radiactivas selladas en desuso - Sudáfrica  
 Demostración de procedimientos y gestión previa a la disposición final de desechos - Federación de Rusia

*Taller*

Taller y curso de cómputos sobre las aplicaciones del crédito por quemado - EE.UU.

## CUADRO A25. (cont.)

**Evaluación comparativa para el desarrollo energético sostenible***Cursos*

- Grupo nacional de capacitación sobre planificación energética para la generación de electricidad utilizando el modelo WASP del Organismo – Armenia; Haití
- Grupo nacional de capacitación sobre el Programa de evaluación eléctrica y energética (ENPEP) – Sudán
- Grupo nacional de capacitación sobre el modelo FINPLAN del OIEA para análisis financiero de proyectos nucleoelectrónicos – Bulgaria
- Grupo nacional de capacitación sobre el uso del modelo para el análisis de la demanda de energía (MAED) – República Árabe Siria
- Curso regional sobre el Programa de evaluación eléctrica y energética (ENPEP) como una herramienta del OIEA para realizar estudios de costos para la reducción de gases de efecto invernadero – Ucrania
- Curso regional sobre el uso de las metodologías y herramientas del Organismo para estudios de costos para la reducción de gases de efecto invernadero – República de Corea

*Seminarios*

- Seminario regional para el intercambio de experiencias en la conducción de estudios nacionales sobre la reducción de los gases de efecto invernadero – Viet Nam

*Talleres*

- Taller interregional sobre análisis y planificación de sistemas energéticos mejorados, incorporando los aspectos sociales, económicos y ambientales en la adopción de decisiones – EE.UU.

**Agricultura y alimentación***Cursos*

- Curso interregional sobre el uso de la técnica de los insectos estériles y técnicas conexas para la gestión en toda la zona de plagas de insectos – EE.UU.
- Grupo nacional de capacitación en agricultura y esferas conexas – Nigeria
- Grupo nacional de capacitación en el Estudio del destino final del nitrato en el suelo y el agua en sistemas de producción intensiva de hortalizas – Mauricio
- Curso regional (AFRA) sobre mutación mejorada, cultivos in vitro y técnicas de detección de sequías para el mejoramiento de los cultivos en África – Sudáfrica
- Curso regional sobre la aplicación de sonda neutrónica y fertilización con nitrógeno 15 – Turquía
- Curso regional en América Latina sobre gestión en toda la zona de la mosca de la fruta – México

*Talleres*

- Taller regional de capacitación FAO/OIEA sobre mutagénesis, patología molecular y marcadores en el mejoramiento de la palma datilera – Túnez
- Taller regional de capacitación FAO/OIEA sobre estudios de propagación de plantas in vitro, selección, mutagénesis y marcadores moleculares en el mejoramiento de las plantas – Malasia
- Taller regional de capacitación FAO/OIEA sobre mutaciones inducidas y biotecnología para el mejoramiento de plantas ornamentales – Indonesia
- Taller FAO/OIEA sobre el establecimiento de principios de garantía/control de calidad en el análisis de productos plaguicidas – Hungría
- Taller FAO/OIEA (ACR) sobre los procesos de control de la irradiación como tratamiento sanitario y fitosanitario de alimentos – China
- Taller regional FAO/OIEA/OMS para África y el Oriente próximo sobre el desarrollo de la garantía de calidad para análisis de micotoxinas de los alimentos y piensos – Egipto
- Taller regional GCIIA para América Latina sobre certificación de la irradiación como tratamiento sanitario y fitosanitario de alimentos – Brasil
- Taller nacional de capacitación sobre sistemas de vigilancia de las enfermedades, información y preparación para emergencias – Pakistán
- Taller de capacitación ACR sobre técnicas in vitro para evaluación de piensos – Indonesia
- Taller regional de capacitación actualizado sobre tecnologías para la vigilancia de las zonas libres de peste bovina – Senegal

## CUADRO A25. (cont.)

Taller regional para Asia occidental sobre el empleo del Sistema de información geográfica para la gestión de datos de la TIE – Austria

Taller regional de formación de instructores sobre metodologías y empleo de materiales de capacitación sobre producción y sanidad pecuarias basados en la tecnología de la información y la comunicación – República Unida de Tanzania

Taller de cooperación técnica Comunidad del África Meridional para el Desarrollo/OIEA sobre la producción de juegos (kits) de diagnóstico y cuestiones conexas de garantía de calidad en los países en desarrollo del sur de África – Zimbabwe

Segunda Reunión Consultiva/Taller interregional FAO/OIEA sobre elaboración de material estandarizado de capacitación para prestar asistencia a los Estados Miembros de la FAO y el OIEA en relación con el establecimiento de sistemas de calidad para laboratorios veterinarios de diagnóstico – Sudáfrica

Taller sobre gestión integrada de cultivos, suelos, aguas y nutrientes en sistemas de cultivos basados en el arroz con especial interés en tecnologías de biofertilizantes – Bangladesh

### Sanidad Humana

#### Cursos

Curso sobre radiobiología clínica básica (OIEA-ESTRO) – España

Curso sobre investigación clínica en radiooncología (OIEA-ESTRO) – Turquía

Curso sobre cálculo de dosis y lectura de monitores para haces de fotones de alta energía: Principios básicos y aplicaciones de técnicas modernas (OIEA-ESTRO) – Portugal

Curso sobre radiooncología basada en pruebas: principios y métodos (IAEA-ESTRO) – Egipto

Curso sobre obtención de imágenes para la determinación del volumen del blanco en radioterapia (OIEA-ESTRO) – Polonia

Curso sobre radioterapia de intensidad modulada (OIEA-ESTRO) – Países Bajos

Curso sobre técnicas de braquiterapia modernas (OIEA-ESTRO) – Francia; Eslovaquia

Curso sobre física para radioterapia clínica (OIEA-ESTRO) – Bélgica

Curso sobre radiooncología en el nuevo milenio (ACR/ISRO) – India

Curso sobre planificación del tratamiento en radioterapia: principios y prácticas (OIEA-ESTRO) – Irlanda

Curso sobre aspectos físicos de la garantía de calidad en radioterapia – Argentina

Curso nacional sobre radioinmunoanálisis básico – Sudán

Curso nacional sobre radioinmunoanálisis: teoría, metodología y control de calidad – Viet Nam

Curso regional sobre cardiología nuclear básica – Egipto

Curso regional (AFRA) sobre braquiterapia – Túnez

Curso regional sobre formulación de ensayos radioinmuno métricos para antígenos específicos prostáticos utilizando anticuerpos de fuentes abiertas – República Árabe Siria

Curso regional sobre técnicas de biología molecular en el diagnóstico de hepatitis virales – Uruguay

Curso regional sobre cardiología nuclear – Estonia

Curso regional sobre técnicas de cardiología nuclear – Argelia

Curso regional sobre oncología nuclear – Italia

Curso regional sobre medicina nuclear pediátrica para profesionales de la medicina nuclear – Chipre

Curso regional sobre radiooncología: ¿Qué hemos aprendido de la medicina basada en evidencias? (ACR/ISRO) – India

Curso regional (ACR) sobre aspectos físicos y radiobiológicos de la braquiterapia del cáncer de cuello uterino – Japón

Curso regional sobre técnicas de radionucleidos y moleculares en la detección de la malaria resistente a las drogas – Uganda

Curso regional sobre escintimografía, detección del nódulo linfático centinela y técnica de prueba quirúrgica intraoperativa – Pakistán

Seminario sobre fortificación de la harina de trigo con hierro y cinc – Indonesia

Curso regional sobre el funcionamiento de bancos de tejidos: Primera fase – Argentina

Curso regional (ACR) sobre planificación del tratamiento en radiooncología clínica – Australia

#### Seminarios

Programa nacional de detección de hipotiroidismo natal: Seminario regional para personal directivo y especialistas en hipotiroidismo congénito – Filipinas

## CUADRO A25. (cont.)

*Talleres*

- Taller internacional sobre usuarios  $k_0$  – Bélgica  
 Taller internacional sobre control de las deficiencias de multi-micronutrientes en el ciclo de vida – Perú  
 Taller nacional sobre análisis sistemático neonatal de hipotiroidismo congénito en Viet Nam – Viet Nam  
 Taller nacional sobre medicina nuclear – Colombia  
 Taller nacional sobre una red de servicio con teleimagingología y telemantenimiento – Bolivia  
 Taller regional (AFRA) sobre radioinmunología de diagnóstico basada en evidencias – Mauricio  
 Taller regional de gestión sobre estrategias destinadas a mejorar la utilización de radiofármacos locales – República de Corea  
 Taller de capacitación regional sobre química atmosférica y transporte – República de Corea  
 Taller de capacitación regional sobre técnicas de cardiología nuclear – Sudáfrica  
 Taller de capacitación regional sobre medicina nuclear pediátrica – Túnez  
 Taller de capacitación regional sobre control de calidad de sistemas de tomografía computadorizada por emisión de fotón único (SPECT) – Marruecos  
 Taller de capacitación regional sobre tratamiento del cáncer hepático con radionucleidos – Australia  
 Taller de capacitación regional sobre examen del programa de asistencia a distancia para técnicos en medicina nuclear – Sudáfrica  
 Taller regional sobre la aplicación técnica SPECT en cardiología y oncología para técnicos en medicina nuclear – Viet Nam  
 Taller regional sobre la aplicación del manual de normas y procedimientos para nefrourología nuclear y sus aplicaciones clínicas – México  
 Taller regional sobre el control del cáncer de tiroides – Filipinas  
 Taller regional sobre escintigrafía de perfusión miocárdica utilizando la SPECT para profesionales de medicina nuclear – Indonesia  
 Taller regional sobre vigilancia y dosimetría neutrónica – República de Corea  
 Taller regional sobre el programa de garantía de calidad para el diagnóstico de enfermedades infecciosas basado en técnicas moleculares – Tailandia  
 Taller regional (AFRA) sobre la adopción de medidas en la gestión departamental de radiooncología – Sudáfrica  
 Taller regional sobre confirmabilidad de las medidas para la dosimetría de los niveles de protección – Letonia  
 Taller regional sobre la planificación del tratamiento – Alemania  
 Taller sobre creación de capacidades en África en el ámbito de la alimentación y la nutrición – Sudáfrica

**Medio ambiente marino y recursos hídricos***Cursos*

- Curso regional avanzado sobre interpretación de datos isotópicos – EE.UU.  
 Curso regional básico sobre el uso de metodologías de hidrología isotópica – Túnez  
 Curso MEDPOL sobre el análisis de plaguicidas clorados y bifenilos policlorados (PCB) en muestras marinas – Mónaco  
 Curso MEDPOL sobre el análisis de oligoelementos en muestras marinas – Mónaco  
 Curso regional sobre aguas subterráneas: evaluación, técnicas y gestión – Colombia  
 Curso regional sobre hidrología isotópica – Namibia

*Taller*

- Taller regional para la evaluación de proyectos de aplicaciones isotópicas con miras a aumentar los recursos de agua potable – República de Corea

**Aplicaciones de las ciencias físicas y químicas***Cursos*

- Escuela de capacitación 2001 sobre aceleradores – Indonesia  
 Curso regional sobre fabricación de piezas para ensayos no destructivos – Sudáfrica  
 Curso regional sobre métodos de superficie, nivel II – Jordania; Túnez  
 Curso regional sobre aptitud de las pruebas ultrasónicas de soldaduras – Australia

*Talleres*

- Taller regional sobre investigaciones con haces de neutrones – República de Corea

## CUADRO A25. (cont.)

Taller sobre datos nucleares para la ciencia y la tecnología: Incineración de desechos accionada por aceleradores  
– Italia

### Seguridad nuclear

#### Cursos

Curso sobre ensayos ultrasónicos avanzados – Federación de Rusia; Lituania  
 Cursos sobre requisitos de seguridad para el diseño de centrales nucleares – China  
 Capacitación colectiva sobre la introducción de la reglamentación existente y los requisitos de seguridad en el diseño de instalaciones – China  
 Curso regional básico de capacitación profesional en seguridad nuclear – Francia  
 Curso regional básico de capacitación profesional en seguridad nuclear (Asia oriental y el Pacífico) – EE.UU.  
 Curso regional para explotadores subalternos y reguladores sobre seguridad y utilización de los reactores de investigación – Austria; Eslovaquia  
 Curso regional sobre técnicas modelo avanzadas para el análisis probabilista de seguridad (APS) – Reino Unido  
 Curso regional sobre control reglamentario de centrales nucleares – Alemania  
 Curso regional sobre evaluación de la seguridad de centrales nucleares – Reino Unido

#### Seminarios

Seminario del INES – República; Eslovaquia  
 Seminario internacional sobre generadores de vapor horizontales – Finlandia  
 Seminario sobre ensayos ultrasónicos automatizados – España  
 Seminario sobre cualificación de técnicas de soldadura – EE.UU.  
 Seminario sobre autoevaluación del comportamiento de la seguridad operacional – Federación de Rusia

#### Talleres

Primer taller regional sobre análisis de seguridad y utilización de códigos de computadora – República de Corea  
 Taller de gestión sobre las aptitudes necesarias para un entorno competitivo – China  
 Taller nacional sobre gestión de la configuración – China  
 Taller nacional sobre sucesos externos en el emplazamiento y diseño de centrales nucleares – Lituania  
 Taller nacional sobre técnicas fundamentales de análisis de sucesos – República de Corea  
 Taller regional sobre investigaciones con haces de neutrones – República de Corea  
 Seminario sobre autoevaluación de la seguridad operacional – Pakistán  
 Taller de capacitación regional sobre metodologías para el análisis de la seguridad y utilización de códigos de computadora – República de Corea  
 Taller regional sobre la gestión de accidentes – Ucrania  
 Taller regional sobre envejecimiento de los reactores de investigación – Brasil  
 Taller regional sobre comparación de análisis termohidráulicos realizados para contribuir al análisis probabilista de la seguridad (APS) de WWER-1000 – Federación de Rusia  
 Taller regional sobre cálculos del núcleo – Argentina  
 Taller regional sobre elaboración de los informes sobre análisis de la seguridad – Eslovenia  
 Taller regional sobre preparación para emergencias de reactores de investigación – Rumania  
 Taller regional sobre paradas prolongadas y clausura de reactores de investigación – Letonia  
 Taller regional sobre técnicas fundamentales de análisis de sucesos – Lituania  
 Taller regional sobre modernización de sistemas de protección – México; Perú  
 Taller regional sobre examen periódico de la seguridad – Bulgaria  
 Taller regional sobre cuestiones de seguridad de los RBMK – Lituania  
 Taller regional sobre examen reglamentario del comportamiento de la seguridad del titular de la licencia – EE.UU.  
 Taller regional sobre reglamentos que tienen en cuenta los factores de riesgo – Hungría  
 Taller regional sobre cultura de la seguridad – China  
 Taller regional sobre el programa de apoyo para el mejoramiento de la cultura de la seguridad – Eslovaquia  
 Taller regional sobre cultura de la seguridad para reactores de investigación – Chile  
 Taller regional sobre estrategias para la explotación en condiciones de seguridad – República de Corea  
 Taller regional sobre las normas de seguridad nuclear del OIEA (requisitos de seguridad) – Japón

## CUADRO A25. (cont.)

Taller regional sobre herramientas para mejorar la eficacia reglamentaria – Eslovenia  
 Taller regional sobre el sistema de gestión de la documentación sobre la base del diseño de los reactores WWER-1000 – República Checa  
 Fortalecimiento de las capacidades de evaluación de la seguridad de centrales nucleares – Ucrania  
 Taller para personal directivo intermedio y superior sobre armonización de prácticas de análisis probabilista de la seguridad – España  
 Taller sobre envejecimiento de los reactores de investigación – China  
 Taller sobre evaluación y garantía de la seguridad relacionada con la modificación de la central – Eslovenia  
 Taller sobre la química del agua de los reactores BWR – Alemania  
 Taller sobre desafíos de la interfaz explotador–regulador – Alemania  
 Taller sobre los criterios de verificación antes de la aceptación para tres categorías de accidentes base de diseño de reactores rápidos – China  
 Taller sobre evaluación de la seguridad técnica de centrales nucleares existentes – Federación de Rusia  
 Taller sobre examen periódico de la seguridad – Bulgaria  
 Taller sobre análisis probabilistas de la seguridad para reactores de agua pesada a presión – Canadá  
 Taller sobre análisis probabilista de seguridad: Una herramienta de ayuda para la adopción funcional de decisiones – India  
 Taller sobre aspectos reglamentarios de los reactores de investigación – Viet Nam  
 Taller sobre examen y evaluación por parte del órgano regulador de los informes de análisis de la seguridad – República Checa  
 Taller sobre requisitos reglamentarios para la concesión de licencias de reactores de investigación – Malasia  
 Taller sobre los requisitos para el análisis probabilista de la seguridad de nivel 2 – China  
 Taller sobre los requisitos para el establecimiento de un órgano regulador, la concesión de licencias, la inspección y la aplicación coercitiva – Viet Nam  
 Taller sobre el entorno de explotación segura de las centrales nucleares con reactores de agua pesada a presión – Canadá  
 Taller sobre fortalecimiento de la gestión de la seguridad operacional en las centrales – Ucrania  
 Taller sobre el sistema de protección del reactor de la central nuclear de Taiwán y validación y verificación de los programas informáticos de seguridad – Alemania  
 Taller sobre capacitación del personal de un órgano regulador sobre la base de la competencia – Brasil

### Seguridad radiológica

#### Cursos

Curso nacional sobre asistencia con preparación de cursos de capacitación nacionales sobre protección radiológica – Bolivia  
 Curso nacional sobre asistencia con preparación de cursos de capacitación nacionales sobre protección radiológica para oficiales de radioterapia y medicina nuclear – Bolivia  
 Curso nacional sobre preparación y respuesta a emergencias radiológicas – Costa Rica  
 Curso nacional sobre preparación y respuesta a emergencias – Guatemala  
 Curso nacional sobre vigilancia sanitaria y control médico de los trabajadores víctimas de sobreexposición – Rumania  
 Curso nacional sobre organización y ejecución de un programa nacional de reglamentación para el control de las fuentes de radiación – Bosnia y Herzegovina  
 Curso nacional sobre protección radiológica en radiología para oficiales de radioterapia y medicina nuclear – Bolivia  
 Curso nacional sobre protección radiológica para oficiales de protección radiológica – Guatemala  
 Curso nacional sobre protección radiológica en radiología de diagnóstico y de intervención – Letonia  
 Curso nacional sobre protección radiológica en radiología de diagnóstico – Albania  
 Curso nacional sobre protección radiológica en radiología de diagnóstico – República de Moldova  
 Curso nacional sobre protección radiológica en hospitales – Arabia Saudita  
 Curso nacional sobre protección radiológica en radiografía industrial – La ex República Yugoslava de Macedonia  
 Curso nacional sobre protección radiológica en medicina nuclear – Lituania  
 Curso nacional sobre protección radiológica en radioterapia – Estonia  
 Curso nacional sobre control reglamentario de las fuentes de radiación – Malta  
 Curso de enseñanza de posgrado sobre protección radiológica y seguridad nuclear – Argentina  
 Curso de enseñanza de posgrado sobre protección radiológica y seguridad nuclear – Malasia

## CUADRO A25. (cont.)

Curso regional sobre evaluación de la exposición ocupacional debida a fuentes de radiación externas – Turquía  
 Curso regional sobre diseño, ejecución y gestión de programas de vigilancia individual – Japón  
 Curso nacional sobre organización y ejecución de un programa nacional de reglamentación para el control de las fuentes de radiación – República Islámica del Irán  
 Curso regional con diploma de posgrado sobre protección radiológica – República Árabe Siria  
 Curso regional de enseñanza de posgrado sobre protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación – Sudáfrica  
 Curso regional de capacitación de instructores para elaborar un programa de estudios y material didáctico con miras a optimizar la protección radiológica – República de Corea  
 Curso regional de formación de instructores sobre enseñanza médica de preparación para accidentes nucleares – Eslovenia

*Seminarios*

Foro nacional sobre la Normas básicas de seguridad – Colombia  
 Seminario nacional sobre asistencia jurídica (expertos de la República Unida de Tanzania) – Austria  
 Seminario nacional sobre el marco reglamentario para la seguridad nuclear y radiológica – Nigeria

*Talleres*

Taller OIEA–CCG (Consejo para la Cooperación en el Golfo) sobre infraestructura de protección radiológica y de seguridad de los desechos – Bahrain  
 Taller nacional de formación de instructores sobre diagnóstico y evaluación de dosis biológica de radiolesiones – China  
 Taller nacional sobre medicina nuclear – Arabia Saudita  
 Taller nacional sobre planificación de la respuesta médica a accidentes radiológicos – Egipto  
 Curso nacional sobre protección radiológica en radiología de diagnóstico, radioterapia y medicina nuclear – Jordania  
 Taller regional de capacitación sobre protección radiológica en radiología de diagnóstico y de intervención – Francia  
 Taller regional sobre gestión de la exposición radiológica ocupacional durante las paradas, central nuclear de Karachi – Pakistán  
 Taller regional para personal de reglamentación sobre optimización de la protección radiológica en centrales nucleares – España  
 Taller regional sobre seguridad tecnológica de las fuentes de radiación y seguridad física de los materiales radiactivos – Marruecos; Tailandia  
 Taller sobre protección radiológica para trabajadores del Laboratorio del OIEA para el Medio Ambiente Marino expuestos ocupacionalmente – Mónaco

**Seguridad de los desechos radiactivos***Cursos*

Curso regional sobre descontaminación y clausura de reactores de investigación y otras instalaciones nucleares pequeñas – República de Corea  
 Curso regional sobre exposiciones del público y su control – Belarús  
 Curso regional sobre fuentes, evaluación, vigilancia y control de exposiciones del público – Lituania

*Seminarios*

Seminario ejecutivo sobre información/orientación en la clausura – Lituania

*Talleres*

Taller nacional de capacitación sobre medidas rápidas de cesio 137 y estroncio 90 en alimentos – Ucrania  
 Taller regional de capacitación en metodologías de evaluación de la seguridad para instalaciones de disposición final “RADON” – Federación de Rusia

**Salvaguardias***Cursos*

Curso sobre aplicación de los sistemas nacionales de contabilidad y control de materiales nucleares – EE.UU.

## CUADRO A25. (cont.)

Curso sobre aplicación de los sistemas nacionales de contabilidad y control de materiales nucleares – Argentina; Australia

*Seminarios*

Seminario regional sobre el Protocolo adicional a los acuerdos de salvaguardias – Perú  
Seminario sobre asistencia jurídica a representantes de Bulgaria y la República Eslovaca – Sede

*Talleres*

Taller nacional sobre el Protocolo adicional y la aplicación de salvaguardias – Rumania  
Taller sobre las salvaguardias del OIEA – Japón  
Taller sobre las actividades de salvaguardias del OIEA – Federación de Rusia  
Taller sobre contabilidad y notificación de materiales nucleares – Ucrania  
Taller sobre el Protocolo adicional para la República Checa y la República Eslovaca – Sede

**Seguridad de los materiales***Cursos*

Quinto curso regional en Brno sobre metodología de diseño del sistema de protección física (OIEA-USDE) (Departamento de Energía Nuclear de los Estados Unidos) – República Checa  
Curso regional sobre experiencia práctica en sistemas de protección física – Federación de Rusia  
Curso regional de formación de instructores sobre lucha contra el tráfico ilícito de materiales nucleares o radiactivos (OIEA-Academia Rusa de Aduanas) – Federación de Rusia

*Seminarios*

Taller/Seminario regional sobre protección radiológica – Lituania

*Talleres*

Taller nacional sobre amenaza a la base de diseño – Kazajstán; Rumania; Eslovaquia  
Taller nacional sobre lucha contra el tráfico ilícito de materiales nucleares o radiactivos – Azerbaiyán; Kazajstán  
Taller regional sobre protección radiológica y lucha contra la circulación ilícita de materiales nucleares y otras fuentes radiactivas – Argentina  
Seminario nacional de información pública sobre la aplicación de la ciencia y la tecnología nucleares para el bienestar humano – Indonesia  
Seminario regional de información pública sobre los usos de la energía nuclear con fines pacíficos en Europa central y oriental – Eslovenia  
Seminario regional de información pública sobre atención de las necesidades humanas: Energía y tecnología nucleares para África – Sudáfrica  
Taller regional sobre estudios de casos de información pública relacionados con la esfera nuclear – República de Corea

---

## CUADRO A26. PUBLICACIONES PRODUCIDAS EN 2001

**Energía Nucleoeléctrica**

- A systematic approach to human performance improvement in nuclear power plants: Training solutions — IAEA-TECDOC-1204
- Assuring the competence of nuclear power plant contractor personnel — IAEA-TECDOC-1232
- Country nuclear power profiles: 2001 edition (print and CD-ROM)
- Critical experiments and reactor physics calculations for low enriched HTGRs — IAEA-TECDOC-1249
- Current status and future development of modular high temperature gas cooled reactor technology — IAEA-TECDOC-1198
- Design and evaluation of heat utilization systems for the high temperature engineering test reactor — IAEA-TECDOC-1236
- Effective management of nuclear power plant instrumentation and control modernization projects including development of a database (proceedings of a specialists meeting) (CD-ROM)
- Gas turbine power conversion systems for modular HTGRs — IAEA-TECDOC-1238
- Heat transport and afterheat removal for gas cooled reactors under accident conditions — IAEA-TECDOC-1163
- Information integration in control rooms and technical offices in nuclear power plants — IAEA-TECDOC-1252
- Introduction of nuclear desalination — Technical Reports Series No. 400
- Managing change in nuclear utilities — IAEA-TECDOC-1226
- Modernization of instrumentation and control in nuclear power plants (proceedings of a regional training course) (CD-ROM)
- Nuclear power engineering section newsletter, Vo. 3, No. 1
- Nuclear power programme planning: An integrated approach — IAEA-TECDOC-1259
- Nuclear power reactors in the world — Reference Data Series No. 2
- Operating experience with nuclear power stations in Member States in 1999
- Operating experience with nuclear power stations in Member States in 2000
- Performance of operating and advanced light water reactor designs — IAEA-TECDOC-1245
- Quality assurance for safety in nuclear power plants and other nuclear installations — Safety Series No. 50-C/SG-(CD-ROM)
- Reactor simulator development workshop material — Training Course Series No. 12
- Reference manual on the IAEA JRQ correlation monitor steel for irradiation damage studies — IAEA-TECDOC-1230
- Risk management: A tool for improving nuclear power plant performance — IAEA-TECDOC-1209
- Safety related design and economic aspects of HTGRs — IAEA-TECDOC-1210
- Staffing requirements for future small and medium reactors (SMRs) based on operating experience and projections — IAEA-TECDOC-1193
- Thermohydraulic relationships for advanced water cooled reactors — IAEA-TECDOC-1203

**Tecnología del ciclo del combustible nuclear y de gestión de desechos**

- Analysis of uranium supply to 2050 — special publication
- Assessment of uranium deposit types and resources: A worldwide perspective — IAEA-TECDOC-1258
- Characterization of groundwater flow for near surface disposal facilities — IAEA-TECDOC-1199
- Country nuclear fuel cycle profiles — Technical Reports Series No. 404
- Design criteria for a worldwide directory of radioactive contaminated sites (DRCS) — IAEA-TECDOC-1251
- Handling and processing of radioactive waste from nuclear applications — Technical Reports Series No. 402
- Impact of new environmental and safety regulations on uranium exploration, mining, milling and management of its waste — IAEA-TECDOC-1244
- Implementation of burnup credit in spent fuel management systems — IAEA-TECDOC-1241
- Management for the prevention of accidents from disused sealed radioactive sources — IAEA-TECDOC-1205
- Manual of acid in situ leach uranium mining technology — IAEA-TECDOC-1239

## CUADRO A26. (cont.)

- Methods for the minimization of radioactive waste from decontamination and decommissioning of nuclear facilities — Technical Reports Series No. 401
- Monitoring of geological repositories for high level radioactive waste — IAEA-TECDOC-1208
- Multi-purpose container technologies for spent fuel management — IAEA-TECDOC-1192
- Nuclear fuel behaviour modelling at high burnup and its experimental support — IAEA-TECDOC-1233
- Nuclear graphite waste management (proceedings of a Technical Committee meeting held in Manchester, United Kingdom, 18–20 de octubre de 1999) — IAEA-NGWM/CD (CD-ROM)
- Organization and management for decommissioning of large nuclear facilities — Technical Reports Series No. 399
- Performance of engineered barrier materials in near surface disposal facilities for radioactive waste: Results of a Co-ordinated Research Project — IAEA-TECDOC-1255
- Procedures and techniques for closure of near surface disposal facilities for radioactive waste — IAEA-TECDOC-1260
- Radioactive waste management status and trends — IAEA/WMDB/ST/1 (CD-ROM)
- Seismic design considerations of nuclear fuel cycle facilities — IAEA-TECDOC-1250
- Technical considerations in the design of near surface disposal facilities for radioactive waste — IAEA-TECDOC-1256
- Technologies for the management of radioactive waste from nuclear power plants and back end nuclear fuel cycle activities (proceedings of a symposium held in Taejon, Republic of Korea, 30 August–3 de septiembre de 1999) — C&S Papers Series No. 6 (IAEA-CSP-6/CD)
- Use of scientific and technical results from underground research laboratory investigations for the geological disposal of radioactive waste — IAEA-TECDOC-1243
- Waste Inventory Record Keeping Systems (WIRKS) for the management and disposal of radioactive waste — IAEA-TECDOC-1222
- Waste management research abstracts, Nos 25, 26 (CD-ROM)

#### Evaluación comparativa para el desarrollo energético sostenible

- Energy, electricity and nuclear power estimates for the period up to 2020: de julio de 2001 — Reference Data Series No. 1
- Wien Automatic System Planning (WASP) package: A computer code for power generating system expansion planning version, WASP-IV — Computer Manual Series No. 16

#### Agricultura y alimentación

- Animal production and health newsletter, Nos. 33, 34
- Consumer acceptance and market development of irradiated food in Asia and the Pacific — IAEA-TECDOC-1219
- Economic evaluation of three alternative methods for control of the Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) in Israel, Jordan Lebanon, Syrian Arab Republic and Territories under the Jurisdiction of the Palestinian Authority — IAEA-TECDOC-1265
- Food and environmental protection newsletter, Vol. 3, Nos. 1, 2
- Impact of long term pesticide usage on soil properties using radiotracer techniques — IAEA-TECDOC-1248
- Induced mutations in connection with biotechnology for crop improvement in Latin America — IAEA-TECDOC-1216
- Insect and pest control newsletter, Nos. 56, 57
- In vitro techniques for selection of radiation induced mutations adapted to adverse environmental conditions — IAEA-TECDOC-1227
- Irradiation to control *Vibrio* infection from consumption of raw seafood and fresh produce — IAEA-TECDOC-1213
- Mutation breeding newsletter, No. 45
- Mutation breeding review, No. 13
- Performance indicators for rinderpest surveillance — IAEA-TECDOC-1261
- Plant breeding and genetics newsletter, Nos. 6, 7
- Radioactively labelled DNA probes for crop improvement — IAEA-TECDOC-1253

## CUADRO A26. (cont.)

Radioimmunoassay and related techniques to improve artificial insemination programmes for cattle reared under tropical and subtropical conditions — IAEA-TECDOC-1220

Sesame improvement by induced mutations — IAEA-TECDOC-1195

Soils newsletter, Vols 23, 24

Standardized methods to verify absorbed dose in irradiated food for insect control — IAEA-TECDOC-1201

Use of isotope and radiation methods in soil and water management and crop nutrition — Training Course Series No. 14

#### Sanidad Humana

Absorbed dose determination in external beam radiotherapy: An international Code of Practice for dosimetry based on standards of absorbed dose to water — Technical Reports Series No. 398

Current status of neutron capture therapy — IAEA-TECDOC-1223

Implementation of microsource high dose rate (mHDR) brachytherapy for developing countries — IAEA-TECDOC-1257

SSDL newsletter, Nos 44, 45

The role of radiotherapy in the management of cancer patients infected by human immunodeficiency virus (HIV) — IAEA-TECDOC-1224

Therapeutic applications of radiopharmaceuticals — IAEA-TECDOC-1228

#### Medio ambiente marino y recursos hídricos

Isotope based assessment of groundwater renewal in water scarce regions — IAEA-TECDOC-1246

Isotope techniques in water resource investigations in arid and semi-arid regions — IAEA-TECDOC-1207

New approaches for stable isotope ratio measurements — IAEA-TECDOC-1247

Use of isotope techniques in lake dynamics investigations — IAEA-TECDOC-1206

Water and environment news, Nos 13, 14

#### Aplicaciones de las ciencias físicas y químicas

Atomic and plasma-material interaction data for fusion, Vols 7, 9

Bulletin on atomic and molecular data for fusion, Nos 60, 61

Charged particle cross-section database for medical radioisotope production: Diagnostic radioisotopes and monitor reactions — IAEA-TECDOC-1211

CINDA 2000

Compilation and evaluation of fission yield nuclear data — IAEA-TECDOC-1168

Co-ordination of the international network of nuclear structure and decay data evaluators — INDC(NDS)-422

Development of a database for prompt gamma-ray neutron activation analysis — INDC(NDS)-424

Final report of the ITER EDA — ITER EDA Documentation Series No. 21

Fusion energy 2000 — C&S Papers Series No. 8

Guidebook for the fabrication of non-destructive testing (NDT) test specimens — Training Course Series No. 13

International bulletin on atomic and molecular data for fusion, Issue Nos 59, 60

ITER Council proceedings 2000 — ITER EDA Documentation Series No. 20

ITER CTA newsletter, No. 1

ITER EDA newsletter, Vol. 9, Nos 11, 12; Vol. 10, Nos 2-7

ITER-FEAT outline design report — ITER EDA Documentation Series No. 18

Long term needs for nuclear data development: Texts of papers presented at the Advisory Group meeting — INDC(NDS)-428

Nuclear data newsletter, Nos 31, 32

Nuclear research centres in the 21st century — special publication

## CUADRO A26. (cont.)

- Nuclear structure and decay data (NSDD) network — INDC(NDS)-421
- Quality aspects of research reactor operations for instrumental neutron activation analysis — IAEA-TECDOC-1218
- Radiotracer technology as applied to industry — IAEA-TECDOC-1262
- Report on the IAEA consultants' meeting on the co-ordination of nuclear reaction data centres (technical aspects) — INDC(NDS)-427
- Second (final) IAEA Research Co-ordination meeting on charge exchange cross-section data for fusion plasma studies — INDC(NDS)-426
- Second (final) IAEA Research Co-ordination meeting on plasma-material interaction data for mixed plasma facing materials in fusion reactors — INDC(NDS)-429
- Strategic planning for research reactors — IAEA-TECDOC-1212
- Summary of the ITER final design report — ITER EDA Documentation Series No. 22
- Summary report of the Advisory Group meeting on long term needs for nuclear data development — INDC(NDS)-423
- Summary report of the consultants' meeting on improvement of the standard cross-sections for light elements — INDC(NDS)-425
- Tc-99m labelled peptides for imaging of peripheral receptors — IAEA-TECDOC-1214
- Technical basis for the ITER-FEAT outline design — ITER EDA Documentation Series No. 19
- The applications of research reactors — IAEA-TECDOC-1234
- Use of irradiation for chemical and microbial decontamination of water, wastewater and sludge — IAEA-TECDOC-1225
- Use of research reactors for neutron activation analysis — IAEA-TECDOC-1215
- X ray fluorescence in the IAEA and its Member States, Newsletter, No. 2

**Seguridad nuclear**

- Application of non-destructive testing and in-service inspection to research reactors — IAEA-TECDOC-1263
- Applications of probabilistic safety assessment (PSA) for nuclear power plants — IAEA-TECDOC-1200
- Assessment and management of ageing of major nuclear power plant components important to safety — IAEA-TECDOC-1197
- Mitigation of hydrogen hazards in water cooled power reactors — IAEA-TECDOC-1196
- Modifications to nuclear power plants — Safety Standards Series No. NS-G-2.3
- Quality management of the nuclear regulatory body — PDRP-6
- Regulatory review of probabilistic safety assessment (PSA) level 2 — IAEA-TECDOC-1229
- Safety aspects of nuclear plants coupled with seawater desalination units — IAEA-TECDOC-1235
- Safety assessment and verification for nuclear power plants — Safety Standards Series No. NS-G-1.2
- Safety of and regulations for nuclear fuel cycle facilities — IAEA-TECDOC-1221
- Seismic evaluation of existing nuclear power facilities — IAEA-TECDOC-1202
- The International Nuclear Event Scale (INES) user's manual, 2001 edition
- The operating organization of nuclear power plants — Safety Standards Series No. NS-G-2.4
- Training the staff of the regulatory body for nuclear facilities: A competency framework — IAEA-TECDOC-1254

**Seguridad radiológica**

- An international peer review of the biosphere modelling programme of the US Department of Energy's Yucca Mountain Site Characterization Project — special publication
- Arrangements for transition from the 1985 edition (as amended 1990) to the 1996 edition of the IAEA Transport Regulations — IAEA-TECDOC-1194
- Arrangements for transition from the 1985 edition (as amended 1990) to the 1996 edition of the IAEA Transport Regulations — IAEA-TECDOC-1194 (Rev. 1)
-

## CUADRO A26. (cont.)

Assessment by peer review of the effectiveness of a regulatory programme for radiation safety — IAEA-TECDOC-1217

Building competence in radiation protection and the safe use of radiation sources — Safety Standards Series No. RS-G-1.4

Cytogenetic analysis for radiation dose assessment, a manual — Technical Reports Series No. 405

Directory of national competent authorities' approval certificates for package design, special form material and shipment of radioactive material, 2001 edition — IAEA-TECDOC-1237

Emergency communications with the IAEA Emergency Response Centre — special publication

Generic models for use in assessing the impact of discharges of radioactive substances to the environment — Safety Reports Series No. 19

IAEA Emergency Response Network ERNET — special publication

Inventory of accidents and losses at sea involving radioactive material — IAEA-TECDOC-1242

Investigation of an accidental exposure of radiotherapy patients in Panama: Report of a team of experts, 26 de mayo de–1 June 2001 — special publication

Joint radiation emergency management plan of the international organizations JPLAN — special publication

National competent authorities responsible for approvals and authorizations in respect of the transport of radioactive material: List No. 32 (2001 edition)

National regulatory authorities with competence in the safety of radiation sources and the security of radioactive materials (proceedings of an international conference held in Buenos Aires, 11–15 de diciembre de 2000) — C&S Papers Series No. 9

ORPGUIDE: Occupational radiation protection, IAEA Safety Standards Series — special publication (CD-ROM)

Present and future environmental impact of the Chernobyl accident — IAEA-TECDOC-1240

Radiological protection of patients in diagnostic and interventional radiology, nuclear medicine and radiotherapy (including CD-ROM) — Proceedings Series

Radiological protection of patients in diagnostic and interventional radiology, nuclear medicine and radiotherapy: Contributed papers (including CD-ROM) — C&S Papers Series No. 7

Restoration of environments with radioactive residues — Proceedings Series

Severity, probability and risk of accidents during maritime transport of radioactive material — IAEA-TECDOC-1231

The criticality accident in Sarov — special publication

Training in radiation protection and the safe use of radiation sources — Safety Reports Series No. 20

#### **Seguridad de los desechos radiactivos**

Decommissioning of nuclear fuel cycle facilities — Safety Standards Series No. WS-G-2.4

#### **Coordinación de las actividades de seguridad**

Maintaining knowledge, training and infrastructure for research and development in nuclear safety — INSAG Note No. 4

Nuclear safety review for the year 2000

#### **Salvaguardias**

International safeguards: Verification and nuclear material security — Proceedings Series

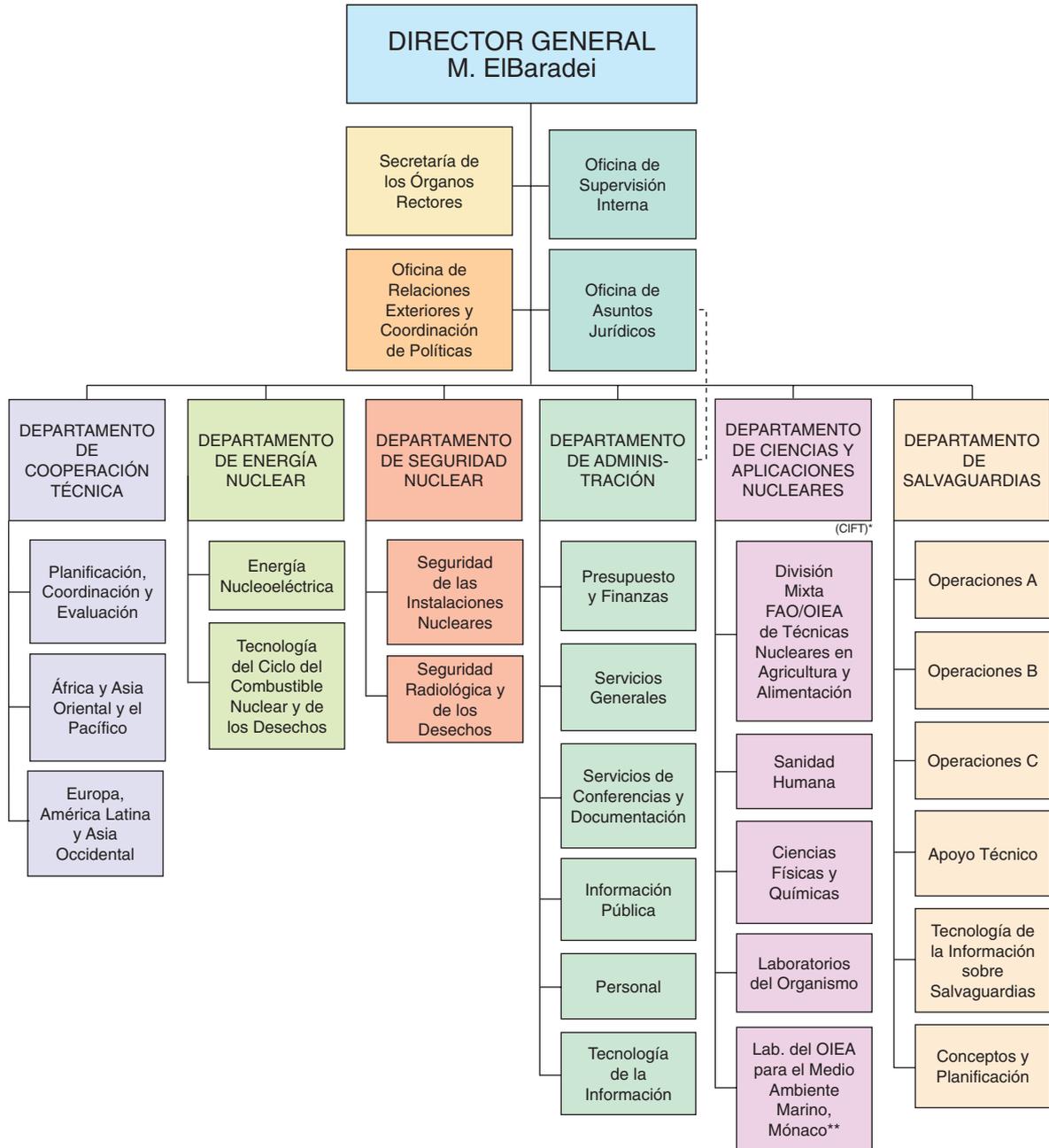
#### **Formulación de políticas, gestión y servicios de apoyo**

INIS: Authority list for journal titles — INIS Reference Series No. 11

Manual for online retrieval from the INIS database on the internet — INIS Reference Series No. 24

Nuclear Fusion, Vol. 41, Nos 1–12

**ORGANIGRAMA**  
(al 31 de diciembre de 2001)



\* La UNESCO y el OIEA se ocupan conjuntamente del funcionamiento del Centro Internacional de Física Teórica (CIFT). La UNESCO se ocupa de la administración en nombre de ambas organizaciones. De la participación del OIEA en el Centro se encarga el Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares.

\*\* Con participación del PNUMA y la COI.



**[www.iaea.org](http://www.iaea.org)**

**Organismo Internacional de Energía Atómica  
P.O. Box 100, Wagramer Strasse 5  
A-1400 Viena, Austria  
Teléfono: (+43-1) 2600-0  
Fax: (+43-1) 2600-7  
Correo-e: [Official.Mail@iaea.org](mailto:Official.Mail@iaea.org)**