



ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

# INFORME ANUAL

## 2000

**En virtud del párrafo J del artículo VI del Estatuto del Organismo, la Junta de Gobernadores “preparará un informe anual sobre los asuntos del Organismo, así como sobre cualesquiera proyectos aprobados por éste”.**

**El presente informe abarca el período comprendido entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2000.**

# ESTADOS MIEMBROS DEL ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

(al 31 de diciembre de 2000)

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

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, 2001

Impreso por el OIEA en Austria  
Julio de 2001

# EL OIEA EN SÍNTESIS

(al 31 de diciembre de 2000)

- **130** Estados Miembros
- **54** organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales en todo el mundo tienen acuerdos y arreglos oficiales con el Organismo
- **43** años de servicio internacional en 2000
- **2 173** funcionarios profesionales y de apoyo
- **\$ 199,3** millones de dólares del Presupuesto Ordinario para 2000, complementados por recursos extrapresupuestarios ascendentes a 38,7 millones de dólares
- **\$ 73** millones de dólares fijados como cifra objetivo para las contribuciones voluntarias al Fondo de Cooperación Técnica del Organismo en apoyo de proyectos que entrañan 3 483 misiones de expertos y conferenciantes, 2 379 participantes en reuniones y talleres, 2 263 participantes en cursos de capacitación y 1 637 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)
- **132** proyectos coordinados de investigación en marcha relacionados con 2 067 contratos y acuerdos de investigación
- **224** acuerdos de salvaguardias en vigor en 140 Estados (y con Taiwan, China), en el marco de los cuales se realizaron 2 467 inspecciones de salvaguardias en 2000. Los gastos de salvaguardias ascendieron en 2000 a 70,6 millones de dólares del Presupuesto Ordinario y a 10,3 millones de dólares en recursos extrapresupuestarios
- **15** programas nacionales de apoyo a las salvaguardias y 1 programa multinacional de apoyo (Unión Europea)
- **2** millones más de registros bibliográficos científicos y técnicos en el Sistema Internacional de Documentación Nuclear (INIS), la mayor base de datos del Organismo

## NOTA

- 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 se trata de denominaciones registradas) 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 Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares.

# LISTA DE 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 Regional en África para la investigación, el desarrollo y la capacitación en materia de ciencias y tecnología nucleares
AGRIS	Sistema internacional de información sobre ciencias y tecnología agrícolas
ARCAL	Arreglos Regionales Cooperativos para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina
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-NU	Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas
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
IIAAS	Instituto Internacional de Análisis Aplicado de Sistemas
ISO	Organización Internacional de Normalización
LWR	reactor de agua ligera
OCDE	Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
OMC	Organización Mundial del Comercio
OMA	Organización Mundial de Aduanas
OMI	Organización Marítima Internacional
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONUDI	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	Comisión Preparatoria de la 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 las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PWR	reactor de agua a presión
RAF	Regional, África
RAS	Regional, Asia oriental y el Pacífico
RAW	Regional, Asia occidental
RBMK	reactor de tubos de presión refrigerado por agua ligera en ebullición y moderado por grafito (antigua URSS)
t HM	toneladas, metal pesado
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UNSCEAR	Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas

# ÍNDICE



Perspectivas mundiales y cuestiones clave . . . . .	1
La Junta de Gobernadores y la Conferencia General . . . . .	19

## PROGRAMA DEL ORGANISMO PARA 2000



### Tecnología

Energía nucleoelectrica . . . . .	23
Ciclo del combustible nuclear y tecnología de los desechos . . . . .	28
Evaluación comparativa de las fuentes de energía . . . . .	35
Agricultura y alimentación . . . . .	41
Sanidad humana . . . . .	49
Medio ambiente marino, recursos hídricos e industria . . . . .	56
Ciencias físicas y químicas . . . . .	70



### Seguridad

Seguridad nuclear . . . . .	79
Seguridad radiológica . . . . .	88
Seguridad de los desechos radiactivos . . . . .	94
Coordinación de las actividades de seguridad . . . . .	99



### Verificación

Salvaguardias . . . . .	105
Seguridad de los materiales . . . . .	116



### Gestión y divulgación

Gestión, coordinación y apoyo . . . . .	121
Gestión de la cooperación técnica para el desarrollo . . . . .	128

# PERSPECTIVAS MUNDIALES Y CUESTIONES CLAVE

La “Cumbre del Milenio” de las Naciones Unidas celebrada en septiembre de 2000 destacó varios objetivos en su “Declaración del Milenio” a los que confirió especial importancia. Estos objetivos abarcaron, entre otras esferas: paz, seguridad y desarme; desarrollo y erradicación de la pobreza; y protección del medio ambiente. En los esfuerzos por alcanzar estos objetivos, el Organismo desempeña un papel modesto, pero importante.

Para dar cumplimiento de su mandato, el Organismo agrupa sus actividades en los tres “pilares” de la *tecnología*, *la seguridad* y *la verificación*. Concretamente, el Organismo procura: actuar como elemento catalizador para el desarrollo y la transferencia de tecnologías nucleares con fines pacíficos; fomentar y mantener un régimen mundial de seguridad nuclear; y ayudar en los esfuerzos mundiales por prevenir la proliferación de las armas nucleares. En este capítulo se examinan algunas de las cuestiones y actividades clave de 2000 en la medida en que se relacionan con el programa de trabajo del Organismo.

## TECNOLOGÍA

### *La energía nucleoelectrica en el mundo*

En los últimos 50 años, la energía nucleoelectrica se ha convertido en una parte importante de la mezcla energética de muchos países. Al final de 2000 había 438 reactores nucleares de potencia en explotación, lo que equivalía a una potencia instalada de 351 GW(e). Juntos representaron un 16% de la producción mundial de electricidad. Seis nuevos reactores de potencia, con una potencia total de 3 056 MW(e), fueron conectados en 2000 a sus redes nacionales de electricidad respectivas. Tres de ellos estaban en la India, mientras que el Brasil, la República Checa y el Pakistán tenían uno cada uno. Un reactor fue puesto en régimen de parada: Chernóbil 3 en Ucrania.

Más de 30 países están utilizando la energía nucleoelectrica para producir electricidad. En 2000 su participación en la producción total de electricidad osciló entre el 76% en Francia y el 1,4% en el Brasil. La construcción de 31 nuevos reactores de potencia prosiguió en Argentina, China, Eslovaquia, Federación de Rusia, Japón, República Checa, República de Corea, República Islámica del Irán, Rumania y Ucrania. En los planes energéticos nacionales se prevén nuevos reactores en China, Federación de Rusia, India, Japón, República de Corea, República Islámica del Irán y República Popular Democrática de Corea. En noviembre la compañía de electricidad finlandesa TVO solicitó la adopción de una decisión gubernamental “en principio” para construir una quinta central nuclear. Ésta es la primera iniciativa de ese tipo que se adopta en Europa occidental desde hace muchos años. Por otra parte, el Gobierno y las compañías de electricidad de Alemania concertaron un acuerdo para eliminar gradualmente 19 centrales nucleares del país. El acuerdo permite que las centrales funcionen durante un ciclo de vida útil de 32 años como promedio.

La puesta en servicio de seis nuevos reactores de potencia en 2000 todavía representa sólo un 3% del total estimado de *adiciones* de potencia eléctrica en el mundo en el año 2000. Este porcentaje es mucho menor que el 16% que absorbe la energía nucleoelectrica en la *generación* mundial de electricidad. Las proyecciones señalan que si esta pauta se mantiene, disminuirá la participación de la energía nucleoelectrica en la producción de electricidad. Las proyecciones señalan que esta pauta probablemente se mantenga a corto plazo; en tal caso, la participación de la energía

nucleoeléctrica en la producción de electricidad disminuiría en el próximo decenio.

Si bien un estudio de los planes mundiales de construcción de centrales nucleares en el mundo indica que, a diferencia de Asia, en América del Norte y Europa occidental no se están construyendo ni se han ordenado nuevas centrales, la economía de las centrales nucleares *existentes* mostró mejoras en 2000, particularmente en América del Norte. Los Estados Unidos registraron factores de potencia, rendimientos, bajos costos y breves paradas para el reabastecimiento de combustible sin precedentes. Además, los aumentos de los factores de potencia logrados en los Estados Unidos desde 1998 han sido equivalentes a nueve reactores nuevos de 1 000 MW(e). La Comisión Reguladora Nuclear de los Estados Unidos también concedió sus dos primeras renovaciones de licencia de 20 años. La vida útil de reactor que se obtiene con cada licencia asciende ahora a 60 años.

#### *Ciclo del combustible nuclear y tecnología de los desechos*

Se adoptaron importantes iniciativas en el año con respecto al ciclo del combustible nuclear y la gestión de desechos radiactivos. En lo que

concierno al ciclo del combustible, el Organismo convocó un simposio sobre actividades de minería del uranio y su impacto en el medio ambiente. La conferencia tuvo por objeto examinar los cambios en las actividades de minería y recopilar la última información en esta esfera (recuadro 1).

Una cuestión básica para el futuro de todas las tecnologías nucleares es la gestión y disposición final de desechos radiactivos de actividad baja. La gestión de los desechos fue el tema del Foro científico que tuvo lugar durante la cuadragésima cuarta reunión de la Conferencia General celebrada en septiembre de 2000. En el Foro hubo acuerdo en el sentido de que si bien existían soluciones tecnológicas para la gestión segura de desechos radiactivos, la aceptación del público de estas soluciones y su confianza en ellas eran fundamentales. Los Estados Unidos, Finlandia y Suecia fueron considerados como los más adelantados en lo que respecta a las instalaciones de disposición final permanente. En los Estados Unidos, la apertura de la planta piloto de aislamiento de desechos (WIPP) en Nuevo México en 1999 fue un importante paso de avance en la demostración de la disposición final geológica de desechos de período largo. Además, el

#### RECUADRO 1. MINERÍA DEL URANIO Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

La gestión del medio ambiente en las minas de uranio actualmente difiere de enfoques anteriores. La mejora de las técnicas de producción y de la planificación ha producido menores impactos ambientales. Con el fin de seguir atentamente estos cambios y difundir información sobre buenas prácticas, el Organismo celebró un simposio en Viena en octubre de 2000 titulado "El ciclo de producción del uranio y el medio ambiente". Las conclusiones principales de la reunión, que abordaron por primera vez las cuestiones ambientales asociadas a la minería y producción del uranio, fueron las siguientes:

- Los adelantos tecnológicos han mejorado los métodos de exploración, las prácticas de minería, la disposición final de las colas de minería y la seguridad operacional. También han reducido los desechos, mermado el impacto en el medio ambiente, fomentado la seguridad y mejorado los aspectos económicos de la producción.
- Las técnicas de gestión de desechos se han mejorado notablemente. Por ejemplo, se muestra mayor interés en la "atenuación natural" para la restauración de las aguas subterráneas de emplazamientos de minas. Este método se basa en la reactividad química de las rocas del emplazamiento para neutralizar las soluciones de lixiviación residuales que permanecen en el suelo luego de las operaciones de lixiviación in situ.
- Los planes de clausura y cierre se están preparando antes del comienzo de una operación. En muchos emplazamientos estas actividades de planificación se han convertido en un proceso continuo durante todo el ciclo de vida del proyecto. ■



Departamento de Energía de los Estados Unidos se propone comenzar a aceptar en 2010 desechos radiactivos procedentes de aplicaciones comerciales en el emplazamiento de Yucca Mountain, en Nevada. Suecia evaluó propuestas de seis comunidades para dar acogida a un repositorio de combustible gastado. En noviembre de 2000, la selección se redujo a tres emplazamientos, respecto de los cuales las investigaciones geológicas detalladas deben comenzar en 2002. Asimismo, en diciembre el Gabinete finlandés aprobó una propuesta de Posiva, el organismo encargado de los desechos nucleares, para construir un repositorio final de combustible nuclear gastado en una caverna cercana a las centrales nucleares de Olkiluoto. Aunque todavía requiere la aprobación del Parlamento finlandés, el plan, de aprobarse, prevé el comienzo de las obras en 2010 y la explotación unos diez años después.

También prosiguieron las investigaciones en 2000 sobre nuevas tecnologías de producción de energía que reducen la generación de actínidos y se centran en la transmutación de desechos de período largo. Entre las funciones del Organismo en esta esfera se incluyen la tarea de facilitar la cooperación internacional en la investigación y el desarrollo y los trabajos relacionados con la ejecución de proyectos de demostración en laboratorios de investigación subterráneos.

#### *El debate sobre el cambio del clima mundial*

En diciembre de 1997, los países industrializados convinieron en limitar sus emisiones de gas de efecto invernadero en virtud de un protocolo adoptado en Kyoto. También acordaron tres “mecanismos de flexibilidad” que establecerían un “mercado” para las reducciones de gases de efecto invernadero, a la vez que aplazaron para un debate posterior las normas de aplicación del protocolo. Uno de estos tres mecanismos, el “Mecanismo para un desarrollo limpio”, creó un medio para transferir los créditos obtenidos para reducir las emisiones de los proyectos de países en desarrollo a los países industrializados que patrocinan esos proyectos a fin de que cumplan sus propias obligaciones con respecto a la reducción.

En la Sexta Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) (o “CoP-6”), celebrada en La Haya en noviembre de 2000, no se logró acuerdo en cuanto a la finalización del reglamento que regiría los tres mecanismos de flexibilidad y las negociaciones se suspendieron hasta la reunión siguiente, programada para julio de 2001 en Bonn. En la CoP-6, varias partes presionaron para que se excluyera la energía nucleoelectrica en el examen de los mecanismos de flexibilidad, citando preocupaciones por la gestión de desechos radiactivos, la proliferación, la seguridad y la economía. No obstante, otras partes alegaron que no era atinado rechazar el criterio de los países en desarrollo sobre el desarrollo sostenible limitando los tipos de proyectos relacionados con el CDM aptos para recibir asistencia.

En las actividades del Organismo en esta esfera se incluyó la coordinación de estudios de casos nacionales preparados por grupos de China, India, Pakistán, República de Corea y Viet Nam con objeto de examinar posibles proyectos nucleoelectricos relacionados con el CDM. Entre las opciones de generación de electricidad, la energía nucleoelectrica en general resultó ser la alternativa de mitigación de gases de efecto invernadero más económica. Los costos de mitigación fueron muy inferiores a los costos marginales de mitigación estimados para dar cumplimiento al Protocolo de Kyoto. En las presentaciones hechas en la Conferencia General de 2000 y en la CoP-6, el Organismo utilizó estos y otros datos para destacar la contribución que la energía nuclear puede aportar, y ya está aportando, a la reducción de los riesgos del calentamiento mundial.

El noveno período de sesiones de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (CSD-9) se celebró en abril de 2001. La CSD fue creada para dar seguimiento al “Programa 21”, negociado en la misma Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (la “Cumbre de la Tierra” de Río) celebrada en 1992, que desembocó en la concertación de la UNFCCC. El Organismo facilitó una diversidad de materiales preparatorios por conducto del Grupo

Especial entre Organismos sobre la energía de las Naciones Unidas, que es el encargado de coordinar toda la información recibida del sistema de las Naciones Unidas. A este respecto, una importante actividad del Organismo en 2000 fue el desarrollo y ensayo sobre el terreno de los “indicadores para el desarrollo energético sostenible” en colaboración con otras organizaciones internacionales. Estos indicadores proporcionan un amplio conjunto de datos de referencia para evaluar los progresos, o necesidades, relacionados con el desarrollo energético sostenible, o con el papel de la energía nucleoelectrica.

**“...estudios sugieren que la energía nuclear constituirá una parte importante en la producción total de energía hasta 2100 en la mayoría de los escenarios.”**

Las perspectivas futuras de cualquier tecnología nuclear dependen cada vez más no sólo de sus aspectos económicos y repercusiones ambientales, sino también de su posible contribución al desarrollo sostenible. En 2000 fueron publicados dos estudios importantes, *World Energy Assessment* por el PNUD, el CME y el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, y el Informe especial sobre escenarios de emisiones por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos, que recibieron ambos importantes aportaciones del personal del Organismo. Estos estudios sugieren que la energía nuclear constituirá una parte importante en la producción total de energía hasta 2100 en la mayoría de los escenarios.

#### *Tecnologías avanzadas y diseños innovadores*

Para que la energía nucleoelectrica reciba una atención cabal y justa en los debates en curso sobre el cambio climático y el suministro energético, es necesario promover una mayor innovación conducente a nuevos tipos de reactores y diseños del ciclo de combustible que ofrezcan

mejores elementos de seguridad, y que sean resistentes a la proliferación y económicamente competitivos.

Actualmente se desarrollan unos 25 proyectos tanto innovadores como evolutivos, en Estados Unidos, Federación de Rusia, Francia, India, Japón, República de Corea y Sudáfrica, entre otros. Un complemento de estos proyectos a nivel internacional es el Foro Internacional sobre la cuarta generación, una iniciativa de los Estados Unidos que procura coordinar las actividades de I+D avanzada en nueve países, en las que participan como observadores la Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE (AEN/OCDE) y el Organismo. Su objetivo es determinar los conceptos de tecnología más promisorios para nuevos diseños a más tardar en 2002 y luego elaborar un plan de I+D para apoyar su utilización antes de 2030. Otra iniciativa internacional es una nueva actividad del Organismo, el Proyecto internacional sobre ciclos del combustible y reactores nucleares innovadores (INPRO). El objetivo del INPRO es consolidar otras actividades en esta esfera integrando a todos los países interesados, incluidos los países en desarrollo cuya demanda de energía está aumentando con suma rapidez, e incorporar las salvaguardias y los conocimientos especializados en seguri-

**“Una causa de preocupación es la posible escasez en el futuro de personal cualificado y bien adiestrado en todas las esferas de la energía nucleoelectrica...”**

dad del Organismo al inicio del proceso de diseño.

#### *Mantenimiento de los conocimientos y la competencia*

Una causa de preocupación es la posible escasez en el futuro de personal cualificado y bien adiestrado en todas las esferas de la energía nucleoelectrica (incluida la explotación de centrales energéticas, la protección radiológica, la gestión de desechos y la clausura). La mayoría de los países con programas nucleares avanzados notifican una disminución del

número de nuevos graduados en el campo nuclear. Una de las razones de esta tendencia son los criterios del público respecto del "estancamiento" de la industria y la consiguiente impresión entre los más jóvenes de que la esfera nuclear ofrece pocas perspectivas profesionales. Como resultado de ello se ha venido produciendo un déficit de conocimientos especializados y una reducción gradual de los departamentos de ciencia e ingeniería nucleares de universidades e institutos.

El mantenimiento de los conocimientos y la competencia profesional en la ciencia, tecnología e ingeniería nucleares ha recibido recientemente gran atención en el plano gubernamental y no gubernamental en varios Estados Miembros. Una medida de respuesta ha sido la propuesta de un nuevo subprograma del Organismo para 2002-2003. También el Organismo ha intensificado sus esfuerzos para coordinar la cooperación internacional en el establecimiento de actividades de capacitación.

#### *Aplicaciones de las tecnologías nucleares*

Una parte importante de las actividades del Organismo relacionadas con la tecnología se realizan en la esfera de la ciencia y las aplicaciones nucleares. El Grupo Asesor Permanente sobre aplicaciones nucleares (SAGNA), integrado por expertos de alto nivel y establecido en abril de 2000 para asesorar al Director General sobre las actividades del Organismo relacionadas con la aplicación de técnicas nucleares, destacó el importante papel del Organismo en la tarea de complementar las capacidades científicas y tecnológicas de los Estados Miembros, y como catalizador para el desarrollo social y económico.

En el marco de su programa ordinario de actividades, el Organismo abarca una amplia gama de aplicaciones de la tecnología nuclear. Por ejemplo, los proyectos coordinados de investigación, apoyados por los laboratorios de investigación y servicios de Seibersdorf y Mónaco, se centran en el empleo de técnicas radiológicas e isotópicas para el aumento de la producción agrícola, la lucha contra las enfermedades, la gestión de los recursos hídricos y la protección del medio ambiente. En la esfera

de la agricultura y la alimentación, por ejemplo, las técnicas de esterilización de insectos han permitido aumentar de manera significativa la producción de ganado y de frutas, las mutaciones radioinducidas se han utilizado para producir cultivos de mayor rendimiento y calidad más elevada, y la irradiación de alimentos ha contribuido a su conservación y a la eliminación de los organismos causantes de enfermedades.

La Conferencia de las Partes encargada del examen del Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares (Conferencia de examen del TNP), de 2000, tomó nota del papel que desempeña el Organismo como principal organización internacional encargada de la transferencia de tecnología nuclear. Los participantes en la Conferencia también confirmaron la importancia de las actividades de cooperación técnica del Organismo en relación con el cumplimiento de las obligaciones previstas en el artículo IV del TNP.

El programa de cooperación técnica del Organismo, que asciende anualmente a unos 86 millones de dólares, es el principal medio para la transferencia de la ciencia y tecnología nucleares a los países en desarrollo. En el marco de este programa se hace hincapié en la prestación de apoyo a los proyectos que responden a las necesidades reales del país, que tienen un impacto económico o social y que reflejan las claras ventajas de la tecnología nuclear respecto a los demás enfoques.

La transferencia de tecnología tiene un mayor impacto cuando existe una fuerte asociación con el usuario final, que con frecuencia es una autoridad encargada de los recursos hídricos, un ministerio de salud o un servicio de protección pecuaria o fitosanitaria. Además, la tecnología que aporte el Organismo debe ir acompañada, en el país receptor, de la asignación de recursos y esfuerzos sostenidos (recuadro 2). También es evidente que el compromiso de los gobiernos es decisivo para que los proyectos puedan alcanzar resultados duraderos. La existencia de un programa nacional financiado con recursos domésticos o externos ha resultado ser el mejor indicador de ese compromiso.

## RECUADRO 2. LOS JEFES DE ESTADO Y DE GOBIERNO AFRICANOS RECONOCEN EL ÉXITO DE LAS ACTIVIDADES DE ERRADICACIÓN DE LA MOSCA TSETSE

Tras el éxito logrado en la erradicación de la mosca tsetse de la Isla de Zanzíbar, en la República Unida de Tanzania, como resultado directo de un proyecto de cooperación técnica en gran escala del Organismo, el potencial de la técnica de los insectos estériles (TIE) ha suscitado mayor interés y reconocimiento entre los Estados Miembros. El principal motivo de esta atención es el creciente problema que plantea la tripanosomiasis en África, una enfermedad del ganado causada por la mosca tsetse. En la 36ª reunión en la cumbre de los Jefes de Estado y de Gobierno Africanos, celebrada en Lomé (Togo), en julio de 2000, se decidió iniciar una campaña para la erradicación de las moscas tsetse del continente africano. La reunión reconoció que el problema de la mosca tsetse era uno de los obstáculos más importantes al desarrollo socioeconómico continuado de África, ya que afectaba a la salud humana y pecuaria y limitaba el aprovechamiento de las tierras. Reconociéndose el carácter transfronterizo del problema, se instó a los Estados a iniciar una acción colectiva encaminada a la eliminación de este insecto y a la movilización de los recursos humanos, financieros y materiales necesarios para eliminar la mosca tsetse de África en el menor tiempo posible.

En la reunión en la cumbre se encomió a los países africanos que han comenzado a aplicar la TIE en sus actividades innovadoras y se acogió con agrado el establecimiento del Foro panafricano sobre la TIE, integrado por científicos africanos, como un mecanismo para lograr la erradicación sostenible, a nivel de toda la zona, de la mosca tsetse. En respuesta a una decisión adoptada en dicha reunión, un grupo especial, integrado por especialistas africanos en la mosca tsetse / la tripanosomiasis y establecido por la OUA con el apoyo del Organismo, elaboró el plan de acción de la Campaña panafricana para la erradicación de la mosca tsetse y la tripanosomiasis. ■

Pasando a la cuestión de la sanidad humana, algunos de los problemas sanitarios más importantes de la actualidad son resultado del descenso de la mortalidad debida a enfermedades infecciosas, especialmente en los países industrializados. Los éxitos logrados a este respecto en los últimos decenios han producido una “transición demográfica” de sociedades tradicionales, integradas en su mayor parte por jóvenes, a sociedades integradas crecientemente por personas de edad media y avanzada. Esta transición, ha puesto de relieve una serie de nuevas enfermedades, tales como el cáncer, la enfermedad coronaria, el infarto y la enfermedad mental. Las técnicas nucleares tienen mucho que ofrecer en el diagnóstico y control de estas enfermedades no transmisibles.

En los últimos años también se han aplicado tecnologías muy eficaces para combatir enfermedades infecciosas tales como la tuberculosis, la malaria y el VIH/SIDA, todas las cuales siguen siendo restricciones importantes relacionadas con la salud para el

crecimiento económico. En 2000, el Organismo se centró en la validación de nuevos instrumentos nucleares para el diagnóstico de cepas de la malaria y la tuberculosis resistentes a los medicamentos. Otras aplicaciones de las técnicas nucleares estuvieron relacionadas con la pediatría (recuadro 3) y la cardiología, así como con el empleo de isótopos estables en estudios de malnutrición para determinar la ingestión de vitaminas y otros nutrientes.

Otra esfera de creciente interés a escala mundial es la relacionada con la gestión de los cada vez más escasos recursos hídricos. Se calcula que más de mil millones de personas en el mundo no tienen acceso a agua pura. Los suministros cada vez más limitados y la distribución desigual de los recursos de agua dulce agravan este problema. En muchos países, esta situación se agudiza aún más a medida que aumenta la demanda de agua y la población de las zonas urbanas. En pocas palabras, la necesidad de agua potable, pura e inocua está aumentando al mismo ritmo que la

### RECUADRO 3. TÉCNICAS NUCLEARES PARA LA DETECCIÓN DE DEFICIENCIAS DE LA TIROIDES EN RECIÉN NACIDOS

La deficiencia de la tiroides en recién nacidos es un problema común en muchos países en desarrollo. Su mayor prevalencia se observa en las zonas de deficiencia endémica de yodo y su efecto más significativo se produce en el cerebro en formación. Esta condición puede llevar a trastornos neurológicos irreversibles, la sordera o la pérdida del habla. Incluso cuando la deficiencia de yodo es menos grave pueden producirse trastornos mentales e intelectuales. Sin embargo, el hipotiroidismo neonatal puede tratarse si se detecta a tiempo, es decir, en los primeros días de vida. El mejor método de detección es la medición de las hormonas relacionadas con la tiroides en la sangre del recién nacido mediante métodos de radioinmunoanálisis. El costo de un programa de detección de ese tipo es insignificante si se compara con el costo de la atención médica de incluso un número limitado de personas con profundo retraso mental. Así pues, el empleo de técnicas nucleares hace que un problema totalmente tratable pueda detectarse suficientemente a tiempo para permitir una intervención médica oportuna con las mejores expectativas de éxito.

En el marco de un proyecto regional de cooperación técnica del Organismo para Asia accidental, los Estados Miembros pudieron establecer y validar la metodología necesaria para la medición de las hormonas relacionadas con la tiroides. Como seguimiento de los estudios clínicos iniciales se decidió ampliar el uso de este método para abarcar el mayor número posible de laboratorios periféricos a fin de permitir el establecimiento de protocolos de detección en varios hospitales y laboratorios y, al mismo tiempo, dar más tiempo a las autoridades sanitarias locales para mejorar la logística de los programas nacionales de detección.

Todos los laboratorios participantes han aceptado este método de tratamiento. Además, los reactivos en él utilizados se están produciendo localmente, lo que ha conducido a una reducción considerable de los costos y a una menor dependencia de los materiales importados. ■

población mundial. Los expertos convienen en que, de no hacerse nada, en 2025 dos tercios de la población mundial sufrirán de déficit de agua moderados a graves. Esta perspectiva ha llevado a un mayor número de países y organizaciones internacionales a reflexionar y a crear nuevas formas de asociación. Con el establecimiento de asociaciones para el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos, están mancomunando sus conocimientos especializados y asignando sus limitados recursos a varios frentes, incluido el empleo de las ciencias nucleares y las tecnologías conexas. A este respecto, un esfuerzo de cooperación en 2000, digno de mención, fue el programa internacional sobre los isótopos en la hidrología, iniciado conjuntamente por el Organismo y la UNESCO, con el fin de coordinar la integración de las técnicas de hidrología isotópica en las actividades del sector hídrico de los Estados Miembros de ambas organizaciones. Estas dos organizaciones también han establecido otras esferas de cooperación y

diálogo, tales como la publicación conjunta de material de enseñanza sobre los isótopos ambientales en el ciclo hidrológico y la celebración de consultas con miras a determinar las esferas de interés común de sus respectivos programas.

### SEGURIDAD

#### *Acontecimientos registrados en 2000 en la esfera de la seguridad nuclear*

Los esfuerzos nacionales e internacionales del último decenio han elevado el nivel de seguridad nuclear en varios países de Europa central y oriental y en la antigua Unión Soviética. Algunos de estos acontecimientos positivos se destacaron en un informe publicado en 2000 por la Asociación de Reguladores Nucleares de Europa Occidental (WENRA). En el informe se indicaron adelantos positivos relacionados con los regímenes de

reglamentación y los órganos reguladores y con la situación de seguridad de las centrales nucleares de la región.

En 2000 el Organismo siguió prestando servicios de examen de la seguridad nuclear y asistencia a los países de Europa central y oriental y a la antigua Unión Soviética. Al igual que la WENRA, el Organismo obtuvo una imagen general positiva en la esfera de la seguridad nuclear en varios de estos países, a la vez que proporcionó sugerencias de nuevas mejoras. Por ejemplo, la misión de examen del Orga-

***“El 15 de diciembre de 2000, la última unidad en funcionamiento de la central nuclear de Chernóbil fue puesta en régimen de parada.”***

nismo a las unidades 1 y 2 de la central nuclear de Bohunice en Eslovaquia llegó a la conclusión de que se había elaborado y aplicado un amplio programa de mejora de la seguridad. Otras misiones dieron una evaluación positiva de los programas de modernización de la central nuclear de Kozloduy en Bulgaria.

La central nuclear Temelin-1 en la República Checa, que es un reactor WWER 1 000/320 con modificaciones considerables de diseño, alcanzó la criticidad el 11 de octubre de 2000. En diciembre de 2000, los Gobiernos de Austria y la República Checa firmaron un acuerdo para que un grupo conjunto de expertos examinara la seguridad de la central. Según el acuerdo, el proceso de puesta en funcionamiento de la central continuaría, pero el funcionamiento en potencia para la explotación comercial no comenzaría hasta que los expertos notificaran sus conclusiones.

El 15 de diciembre de 2000, la última unidad en funcionamiento de la central nuclear de Chernóbil fue puesta en régimen de parada. En una conferencia de donantes celebrada en 2000 en Berlín, se prometieron más de 300 millones de dólares, necesarios para el

comienzo del Plan de Protección del sarcófago de Chernóbil. A petición del Gobierno de Ucrania, el Organismo ha reorientado sus proyectos de asistencia a fin de ayudar al Gobierno a preparar un plan general para la clausura segura de toda la central.

En el Sudeste de Asia, el Pacífico y el Lejano Oriente, el Organismo siguió prestando asistencia, mediante un programa especial, a China, Filipinas, Indonesia, Malasia, Tailandia y Viet Nam con miras a mejorar la capacidad de los órganos reguladores y las organizaciones de apoyo técnico, y la seguridad de las centrales nucleares y los reactores de investigación.

Alemania, Lituania y Ucrania fueron los últimos de una serie de países europeos que han adoptado decisiones para cerrar algunas de sus centrales nucleares antes de lo previsto. De estas decisiones se han derivado importantes cuestiones de seguridad que deben atenderse. Por ejemplo, la seguridad operacional debe mantenerse desde el momento en que se decide el cierre hasta la parada y la clausura. Ello exige programas específicos que compensen los cambios normativos y técnicos que ocurran durante este período. Además, una decisión de cierre anticipado puede reducir incentivos de mejoras que aumenten la seguridad de estas instalaciones durante el resto del tiempo de explotación.

Un aspecto de creciente preocupación es la seguridad de los reactores de investigación. En abril de 2000, el Grupo Internacional Asesor en Seguridad Nuclear (INSAG), que presta asesoramiento al Director General del Organismo, puso de relieve tres cuestiones de seguridad importantes relacionadas con los reactores de investigación: el creciente envejecimiento de los reactores de investigación en funcionamiento, más de la mitad de los cuales rebasan los 30 años; el gran número de reactores de este tipo — más de 200 en todo el mundo — que están en régimen de parada pero no clausurados; y el número de reactores de investigación no sometidos a un control reglamentario adecuado. El INSAG exhortó a que se hiciera todo lo posible de inmediato para solucionar estas cuestiones, y sugirió los beneficios que podían lograrse con la

elaboración de un instrumento jurídico que abarcara la seguridad de estos reactores.

En respuesta a estas preocupaciones, el Organismo ha fortalecido sus actividades asociadas a la seguridad de los reactores de investigación. Por ejemplo, los servicios de examen ahora otorgan mayor prioridad a la tarea de evaluar y ayudar a mejorar la eficacia reglamentaria y a aspectos de la seguridad operacional como la gestión y la cultura de la seguridad. En 2000 el Organismo organizó tres cursos de capacitación interregionales con particular pertinencia para las cuestiones de seguridad de los reactores de investigación y envió ocho misiones de examen de la seguridad para prestar asistencia a los explotadores de estos reactores.

Si bien la labor de garantizar un alto nivel de seguridad es responsabilidad de las autoridades nacionales, la cooperación internacional en cuestiones relacionadas con la seguridad ha resultado ser indispensable. En este sentido, el Organismo propugna una cultura mundial de la seguridad nuclear que comprende tres elementos: convenciones, normas de seguridad internacionalmente acordadas y medidas para aplicar estas convenciones y normas.

Actualmente están en vigor tres instrumentos internacionales relacionados con la seguridad: la Convención sobre la pronta notificación de accidentes nucleares, la Convención sobre asistencia en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica y la Convención sobre Seguridad Nuclear. Un cuarto instrumento, la Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos, entrará en vigor en junio de 2001.

Las normas internacionales de seguridad nuclear se han centrado hasta el momento en las centrales nucleares y los reactores de investigación. Sin embargo, hay algunas cuestiones de seguridad específicas de otras instalaciones del ciclo del combustible que deben recibir atención en lo que respecta a su diseño y explotación, como la criticidad, la toxicidad química, los incendios y los riesgos de explosiones. En el año el Organismo comenzó su labor relacionada con la elaboración de las

normas de seguridad específicas para las instalaciones del ciclo del combustible.

El Organismo siguió ajustando el contenido de sus servicios de examen de la seguridad, que son un medio de disponer lo necesario para la aplicación de las normas de seguridad, a fin de tener en cuenta la evolución de estas normas, como también las necesidades de los Estados Miembros. En particular, y en vista de los adelantos registrados en las normas de seguridad referentes a la seguridad nuclear opera-

***“Los resultados de los exámenes del Organismo continúan indicando una mejora general de la seguridad de muchas centrales nucleares y en la aplicación de medidas correctoras de seguridad, así como progresos en el aumento de la eficacia y la capacidad técnica de los órganos reguladores.”***

cional, los servicios de examen por homólogos pertinentes prestaron mayor atención a la cultura y la gestión de la seguridad, y promovieron el aumento del uso de las autoevaluaciones. Los resultados de los exámenes del Organismo continúan indicando una mejora general de la seguridad de muchas centrales nucleares y en la aplicación de medidas correctoras de seguridad, así como progresos en el aumento de la eficacia y la capacidad técnica de los órganos reguladores.

*Acontecimientos registrados en 2000 en materia de seguridad radiológica y de los desechos radiactivos*

En 2000 los esfuerzos internacionales se siguieron centrando en la prestación de asistencia para mejorar las infraestructuras nacionales de seguridad radiológica y de los desechos. El Organismo, por conducto de un proyecto modelo de cooperación técnica, ha prestado apoyo técnico y asistencia en la aplicación de planes de acción en más de 50 Estados participantes. Diecisiete grupos de examen por homólogos visitaron los Estados participantes en 2000 para evaluar: la

idoneidad de la estructura jurídica y reglamentaria; el otorgamiento de facultades a la autoridad reguladora para poner en vigor la legislación y los reglamentos; el sistema de notificación, autorización y control de fuentes de radiación; los recursos financieros y humanos existentes; y el número de funcionarios adecuadamente adiestrados.

En 2000 se elaboró el Código de Conducta sobre la seguridad tecnológica y la seguridad física de las fuentes radiactivas a manera de orientación para los Estados. Una resolución aprobada en la Conferencia General de 2000 invitó a los Estados Miembros a examinar los medios de garantizar su amplia aplicación. El Código se refiere en particular al establecimiento de un sistema adecuado de control reglamentario, desde la producción de las fuentes radiactivas hasta su disposición final, y de un sistema para la restitución de ese control si se ha perdido.

Cuando la cantidad de material radiactivo utilizada en la medicina, la investigación y la industria es considerable, como sucede con las fuentes utilizadas en radioterapia o radiografía industrial, es necesario poner suma atención para evitar accidentes que puedan causar graves consecuencias para las personas afectadas. En 2000 cinco personas murieron en Tailandia y Egipto como resultado de dos accidentes relacionados con fuentes de radiación. El Plan de acción sobre la seguridad de las fuentes de radiación y de los materiales radiactivos se ha concebido para abordar los problemas en esta esfera. Como parte de sus actividades en 2000 destinadas a la aplicación de este Plan, el Organismo creó un sistema sencillo y generalmente aplicable para categorizar las fuentes de radiación. Las fuentes se clasifican según el daño que puedan ocasionar, de modo que los controles que se deban aplicar sean apropiados para los riesgos radiológicos que presentan las fuentes (y los materiales que éstas contienen). En relación con la aplicación del Plan de acción, el Organismo organizó una conferencia de autoridades reguladoras nacionales, que patrocinó el Gobierno de la Argentina en Buenos Aires, en diciembre de 2000. En la conferencia se determinaron varias medidas que los Estados debían adoptar con miras a

garantizar la seguridad física y tecnológica de las fuentes de radiación.

Las evaluaciones ambientales de zonas con residuos de materiales radiactivos se están convirtiendo en una actividad importante de las organizaciones internacionales. El Organismo, junto con otras organizaciones del sistema de las Naciones Unidas pertinentes, ha recibido solicitudes para realizar evaluaciones de zonas en los Balcanes, el Golfo y el Oriente Medio, donde se conoce o considera que se ha utilizado uranio empobrecido (UE) en municiones. Un ejemplo de las actividades de cooperación del Organismo en esta esfera durante el año 2000 fue su participación en las investigaciones del PNUMA sobre el uso de UE en Kosovo (recuadro 4).

El informe de 2000 del UNSCEAR sobre las fuentes y los efectos de la radiación atómica se presentó al quincuagésimo período de sesiones de la Asamblea General de las Naciones Unidas. Además de las revaluaciones de algunos parámetros importantes en protección radiológica, el informe también incluyó una evaluación de las consecuencias del accidente de Chernóbil. Las evaluaciones científicas del UNSCEAR indicaron que hasta la fecha se han presentado unos 1 800 casos de cáncer de la tiroides en niños que quedaron expuestos en el momento del accidente, sobre todo como resultado de la ingesta de yodo radiactivo. Aunque el Comité no halló pruebas científicas hasta la fecha de aumentos en la incidencia de cualesquiera otros efectos en la salud que pudieran asociarse a la exposición a las radiaciones, llegó a la conclusión de que las personas más expuestas como consecuencia del accidente tienen mayor riesgo de sufrir los efectos asociados a la radiación en el futuro. En su reunión de abril de 2001 el UNSCEAR decidió continuar sus consultas con los científicos y expertos de los Estados interesados para estudiar las consecuencias radiológicas del accidente de Chernóbil y preparar un nuevo informe para presentarlo a la Asamblea General de las Naciones Unidas.

El Organismo siguió trabajando durante el año para mantener la atención internacional centrada en la cuestión de la gestión segura de los desechos radiactivos, acelerar los



progresos encaminados a soluciones demostradas y conciliar los criterios entre los expertos técnicos en desechos y el público en general. Para fomentar la conciencia internacional sobre este particular, el Organismo organizó en marzo una conferencia internacional sobre la seguridad en la gestión de los desechos radiactivos en Córdoba (España). Dando continuidad a este empeño, durante la reunión de la Conferencia General del Organismo se celebró el Foro científico sobre la gestión de desechos radiactivos.

Una resolución aprobada en la Conferencia General de 2000 pedía a la Secretaría que elaborara criterios radiológicos internacionalmente acordados aplicables a los radionucleidos de período largo presentes en productos básicos, particularmente los alimentos y la madera. Las diferencias entre los enfoques y criterios nacionales han planteado dificultades en el comercio internacional de esos productos.

El transporte de materiales radiactivos, sobre todo el combustible nuclear y los desechos radiactivos, ha seguido siendo fuente de preocupación para varios Estados. Una resolución de la Conferencia General de 2000 exhorta a la adopción de varias medidas, incluso invitar a los Estados remitentes de materiales radiactivos a que proporcionen las

garantías que correspondan a los Estados potencialmente afectados que así lo soliciten de que sus reglamentos nacionales tienen en cuenta el *Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos* (el “Reglamento de Transporte”), así como la información relativa a las expediciones. También insta a que se realicen esfuerzos para: examinar y seguir mejorando las medidas y reglamentos internacionales relacionados con el transporte marítimo internacional de materiales radiactivos y combustible gastado; y alienta a los Estados Miembros a velar por que sus documentos reguladores nacionales estén en conformidad con el Reglamento de Transporte del Organismo. Por su parte, el Organismo llegó a un acuerdo en 2000 con otras organizaciones internacionales de la esfera del transporte sobre los calendarios necesarios para poner en práctica la última versión del Reglamento de Transporte en los reglamentos concretos para el transporte aéreo, marítimo y terrestre de mercancías peligrosas.

## VERIFICACION

### *Situación internacional en materia de no proliferación y desarme*

El evento cumbre del año en la esfera de la no proliferación y el desarme fue la Conferencia

#### RECUADRO 4. COOPERACIÓN EN EVALUACIONES INTERNACIONALES DEL MEDIO AMBIENTE – URANIO EMPOBRECIDO EN KOSOVO

En noviembre de 2000, una misión sobre el terreno organizada por el PNUMA visitó varios lugares en Kosovo (Yugoslavia), donde la OTAN utilizó municiones que contenían UE en 1999. La misión se basó en la información que suministró la OTAN en 2000 sobre los lugares en que se utilizó este tipo de municiones. Los miembros de esta misión, entre los que se contaban dos expertos del Organismo, hicieron mediciones de las tasas de dosis externa y tomaron muestras de suelo, agua, vegetación y leche.

En el informe de la misión, divulgado en marzo de 2001, se llegó a la conclusión de que no se había encontrado ninguna contaminación terrestre difundida y, por lo tanto, que los riesgos radiológicos y químicos correspondientes eran insignificantes. Aunque las conclusiones del PNUMA no muestran ninguna causa de alarma, el informe describe situaciones concretas (por ejemplo, altas dosis de radiación como resultado del contacto prolongado con municiones de UE, o la ingestión de pequeñas cantidades de suelo contaminado) donde no pueden excluirse los riesgos, y en que la posible incorporación de UE podría ser algo superior a las normas aplicables. Asimismo, según el informe, todavía existen algunas incertidumbres en relación con el comportamiento a largo plazo del UE en el medio ambiente. Por estas razones, en el informe se exhorta a la adopción de ciertas medidas de precaución. ■

de examen de mayo de 2000 de los 187 Estados Partes en el Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares (TNP). Por primera vez en 15 años las partes en el Tratado pudieron concluir con éxito sus deliberaciones sobre una amplia gama de cuestiones relativas al desarme y la no proliferación nucleares mediante la aprobación, por consenso, de un documento final. Uno de los resultados clave de la Conferencia de examen fue el acuerdo alcanzado por todas las Partes en cuanto a la necesidad de “un compromiso inequívoco por los Estados poseedores de armas nucleares de lograr la eliminación total de sus arsenales nucleares”.

**“El evento cumbre del año en la esfera de la no proliferación y el desarme fue la Conferencia de examen de mayo de 2000 de los 187 Estados Partes en el Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares ...”**

El Documento Final examinó la aplicación y el funcionamiento del TNP de 1995 a 2000, y esbozó un marco conceptual para seguir adelante con el desarme y la no proliferación nucleares durante los próximos cinco años. En un esfuerzo por superar el estancamiento registrado en el control de armamentos a nivel internacional, los Estados establecieron objetivos para 2000-2005 a fin de estimular el progreso en el cumplimiento de las obligaciones emanadas del TNP. Estos objetivos incluían varias medidas prácticas relativas a la no proliferación, el desarme nuclear, las salvaguardias y los controles a las exportaciones, la cooperación nuclear con fines pacíficos, la adhesión universal al Tratado y el mayor fortalecimiento del proceso de examen. Además, la Conferencia acordó que debía existir mayor transparencia de los Estados poseedores de armas nucleares con respecto a sus capacidades, así como un papel cada vez menor de las armas nucleares en las políticas de seguridad.

*Aplicación de acuerdos de salvaguardias y Protocolos adicionales*

En 31 de diciembre de 2000, el Organismo tenía 224 acuerdos de salvaguardias en vigor

con 140 Estados (y con Taiwan, China). Más de 900 instalaciones y lugares fuera de las instalaciones se encontraban sometidas a las salvaguardias del Organismo o contenían material nuclear salvaguardado en 2000.

Las actividades del Organismo para verificar los compromisos de los Estados con la no proliferación nuclear y en apoyo del desarrollo de la utilización de la energía nuclear con fines pacíficos recibieron atención positiva tanto durante la Conferencia de examen como en el Documento Final. En particular, los Estados expresaron su apoyo a los constantes esfuerzos del Organismo por fortalecer el sistema de salvaguardias, y exhortaron a todos los Estados que aún no lo hubieran hecho a que concertaran acuerdos de salvaguardias y Protocolos adicionales a dichos acuerdos. También reafirmaron que los Protocolos adicionales, en particular, contribuyen en gran medida a incrementar la capacidad de verificación del Organismo, ya que prevén un aumento de la información y un mayor acceso físico. Se concluyó que la combinación de un acuerdo de salvaguardias y un Protocolo adicional vigentes en el caso de cada uno de los Estados no poseedores de armas nucleares ayudaría al Organismo a proporcionar garantías creíbles no sólo respecto de la no desviación de materiales nucleares declarados, sino también respecto de la ausencia de materiales y actividades nucleares no declarados en un Estado.

Lamentablemente, hasta fines de 2000 54 Estados no poseedores de armas nucleares partes en el TNP no habían cumplido, con su obligación jurídica de poner en vigor los acuerdos de salvaguardias requeridos y, desde 1997, año en que se aprobó el modelo de Protocolo adicional, la Junta de Gobernadores sólo había aprobado protocolos adicionales con 57 Estados, de los cuales sólo 19 habían entrado en vigor o se estaban aplicando provisionalmente.

La adhesión a los acuerdos de salvaguardias y a los protocolos adicionales a dichos acuerdos es un elemento clave de los esfuerzos internacionales encaminados a la no proliferación nuclear. Con este fin, en una resolución de la Conferencia General se exhortó al Director

General y los Estados Miembros a estudiar medios y arbitrios, entre ellos un posible plan de acción, para promover y facilitar la concertación y entrada en vigor de esos acuerdos de salvaguardias y protocolos adicionales. La Secretaría ha elaborado un plan de acción nuevo y actualizado que se centra en una mayor cooperación con los Estados Miembros. Varios Estados Miembros, entre ellos, Japón, Kazajstán, Nueva Zelanda y Perú, respondieron de manera positiva y concreta al plan de acción, realizando actividades con el Organismo.

En conformidad con las resoluciones de la Conferencia General, el Organismo ha seguido celebrando consultas con los Estados de la región del Oriente Medio sobre la aplicación de salvaguardias totales a todas las actividades nucleares realizadas en el Oriente Medio, así como sobre la elaboración de acuerdos modelo que contribuyan al establecimiento de una zona libre de armas nucleares en la región. Sin embargo, hasta la fecha no se han realizado grandes progresos en este sentido.

En lo que atañe a la situación actual respecto de la aplicación de salvaguardias en la República Popular Democrática de Corea (RPDC), el Organismo sigue aún sin poder verificar el carácter correcto y completo de la declaración inicial de materiales nucleares formulada por la RPDC y, por lo tanto, no puede concluir que no haya habido ninguna desviación de material nuclear en ese Estado.

Desde diciembre de 1998, el Organismo no ha podido cumplir con su mandato respecto del Iraq en virtud de las resoluciones pertinentes del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas. Por lo tanto, el Organismo aún no puede ofrecer garantía alguna de que el Iraq cumple con las obligaciones que le asignan dichas resoluciones. Tras las inspecciones para la verificación del inventario físico, realizadas en enero de 2000 y enero de 2001 con arreglo al acuerdo de salvaguardias concertado entre el Iraq y el Organismo en relación con el TNP, los inspectores del Organismo pudieron verificar la presencia de materiales nucleares salvaguardados en la instalación de almagrenamiento de Tuwaitha. Ahora bien, estas inspecciones no pueden sustituir a las

actividades del Organismo estipuladas en las resoluciones pertinentes del Consejo de Seguridad.

### *Salvaguardias integradas*

El Organismo ha otorgado elevada prioridad a la integración de las actividades tradicionales de verificación de salvaguardias con una amplia gama de medidas de fortalecimiento de las salvaguardias, especialmente las contenidas en los protocolos adicionales a los acuerdos de salvaguardias. Como se reconoció en la Conferencia de examen del TNP, la finalidad

***“La adhesión a los acuerdos de salvaguardias y a los protocolos adicionales a dichos acuerdos es un elemento clave de los esfuerzos internacionales encaminados a la no proliferación nuclear.”***

de estos esfuerzos es lograr la combinación óptima de todas las medidas de salvaguardias de que dispone el Organismo para conseguir sus objetivos de salvaguardias con la máxima eficacia y eficiencia.

Prosigue el proceso de desarrollo de todos los aspectos de las salvaguardias integradas, utilizándose para ello recursos internos tales como el Grupo de Trabajo sobre salvaguardias integradas, así como el Grupo Asesor Permanente sobre Aplicación de Salvaguardias (SAGSI), que es un grupo de expertos designados por el Director General, y los programas de apoyo de los Estados Miembros. Se han realizado considerables progresos, entre los que figuran la determinación de las condiciones que deben cumplirse para poder aplicar las salvaguardias integradas en un Estado, y el establecimiento de enfoques genéricos para varios tipos de instalaciones específicas. Se proseguirán los trabajos relacionados con la aplicación de salvaguardias integradas en determinados Estados una vez que se hayan establecido los enfoque pertinentes para los tipos de instalaciones y se hayan cumplido las condiciones necesarias para la aplicación de salvaguardias integradas en dichos Estados. Ahora bien, la tasa de aplicación depende en

gran medida de las disposiciones que adopten los Estados interesados para poner en vigor sus respectivos protocolos adicionales.

#### *Nuevas tecnologías*

La vigilancia automática y a distancia de las características de los materiales radiactivos y su movimiento son medidas clave de un sistema de salvaguardias fortalecido. La disponibilidad de tales sistemas permite al Organismo dar cumplimiento a sus obligaciones de salvaguardias con un mayor grado de eficacia y eficiencia (recuadro 5).

#### *Otras actividades de verificación*

En el Documento Final de la Conferencia de examen del TNP, los Estados partes acogieron con agrado los esfuerzos de los Estados poseedores de armas nucleares por cooperar en la tarea de lograr que las medidas de desarme nuclear sean definitivos. En ese contexto, se hizo referencia de manera concreta a la finalización y aplicación de la “Iniciativa Trilateral” entre los Estados Unidos de América, la Federación de Rusia y el Organismo como una de las medidas prácticas de los esfuerzos sistemáticos y progresivos por aplicar el artículo VI del TNP y los párrafos 3 y 4c) de la Decisión

sobre los “Principios y objetivos para la no proliferación de las armas nucleares y el desarme”, aprobada por las partes en el TNP en 1995.

La Iniciativa Trilateral se emprendió en 1996, año en que los Estados Unidos de América, la Federación de Rusia y el Organismo acordaron establecer un prototipo de sistema de verificación para asegurar que los materiales fisiónables procedentes de armamentos y otros materiales fisiónables especificados por los Estados como “liberados de programas de defensa” no fueran utilizados para ningún fin militar. En 2000 se realizaron progresos hacia el establecimiento de enfoques técnicos, particularmente en la medida en que dichos enfoques guardaban relación con la verificación de materiales con características clasificadas, así como hacia la negociación de un nuevo modelo de acuerdo de verificación conexo. Como se indica en el Documento Final de la Conferencia de examen del TNP, la finalidad de dichos esfuerzos es lograr un sistema de verificación que permita dar garantías a la comunidad internacional de que los materiales se han retirado definitivamente de las aplicaciones militares. En agosto-septiembre de 2000, los Estados Unidos de América y la Federación de Rusia firmaron acuerdo bilateral sobre

#### **RECUADRO 5. EMPLEO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA MEJORAR LA EFICACIA DE LAS SALVAGUARDIAS DEL ORGANISMO**

Una medida importante para fortalecer y maximizar la eficacia del actual sistema de salvaguardias es el empleo de la vigilancia automática y a distancia. En 2000, el Organismo realizó numerosas actividades relacionadas con la vigilancia y transmisión a distancia de datos sobre sistemas de vigilancia de imágenes radiológicas y digitales. Se desarrollaron detectores de radiación más sensibles y con mayor capacidad de discriminación, que fueron instalados en los sistemas de vigilancia radiológica, lo que ha permitido al Organismo aplicar salvaguardias con ayuda de instrumentos en los casos en que anteriormente se requería la presencia de un inspector o la adopción de medidas de intrusión en la instalación, así como obtener mediciones más definitivas, tales como la presencia de isótopos específicos en los casos en que anteriormente sólo era posible la detección de la radiactividad. Además, se elaboraron y ensayaron mecanismos fiables y seguros para la transmisión de datos, lo que ha permitido al Organismo recopilar y evaluar los datos en tiempo casi real.

El Organismo también realizó estudios para determinar la posibilidad de utilizar las imágenes de satélites comerciales como un instrumento del sistema de salvaguardias fortalecido. El análisis de las imágenes de satélites ha demostrado ser útil para examinar la información de fuentes de libre acceso. A este respecto, el Organismo inició la elaboración de una base de datos de imágenes de emplazamientos nucleares sometidos a salvaguardias. ■

“gestión y disposición final de plutonio”, por el que cada parte se compromete a retirar 34 toneladas de plutonio apto para armas de su programa de armas nucleares. En septiembre de 2000, ambos Estados acordaron cele-

***“ La lucha contra el tráfico ilícito es una cuestión que adquiere creciente importancia a medida que se siguen produciendo dichos incidentes ...”***

brar prontas consultas encaminadas a la concertación de un acuerdo con el Organismo para la aplicación de medidas de verificación con respecto a dicho material.

#### *Protección física de los materiales nucleares*

Existe la posibilidad de que grupos terroristas y otros grupos e individuos intenten adquirir de manera ilegal materiales nucleares. Visto que es menos previsible que tales grupos dispongan de los medios necesarios para fabricar dichos materiales, el robo parece ser la vía de adquisición más probable. Por lo tanto, la protección física de los materiales nucleares contra el robo es una cuestión importante relacionada con la no proliferación.

La Convención sobre la protección física de los materiales nucleares, que entró en vigor en 1987, está destinada a prevenir los peligros potenciales que plantea la apropiación y el uso ilícitos de materiales nucleares, sobre todo durante su transporte internacional. Además, el OIEA ha publicado recomendaciones para la protección física de los materiales nucleares contra su extracción no autorizada y/o sabotaje durante su uso, almacenamiento y transporte, ya sea a nivel nacional o internacional, y para la protección de las instalaciones nucleares contra el sabotaje. La reunión de expertos convocada por el Director General en 1999 para examinar la necesidad de revisar la Convención prosiguió sus trabajos en 2000.

El tráfico ilícito es una consecuencia mediata del robo de materiales nucleares y otros materiales radiactivos. La lucha contra el tráfico ilícito es una cuestión que adquiere creciente importancia a medida que se siguen produciendo dichos incidentes. El Organismo tiene un programa de actividades que abarca el intercambio de información, la asistencia a los órganos reguladores y la capacitación. Asimismo, el Organismo ha establecido una base de datos destinada a proporcionar una fuente central autorizada de información sobre incidentes de tráfico ilícito. El número total de incidentes en los que intervinieron materiales nucleares u otros materiales radiactivos, incluidos en la base de datos, disminuyó marginalmente en el último año. Sin embargo, después de una pausa entre 1996 y 1998, período durante el cual no se notificó ninguna incautación de materiales nucleares aptos para armas, en los últimos dos años se han registrado cuatro incidentes de ese tipo, de los cuales el más importante estuvo relacionado con la incautación de 920 gramos de uranio muy enriquecido.

#### **DIVULGACIÓN**

En 2000 el Organismo continuó tratando de llegar a sus numerosos miembros, de conformidad con su política de información y divulgación públicas que procura atraer a los asociados tradicionales y no tradicionales. Un ejemplo digno de mención en este enfoque fue una reunión con los representantes de la industria nuclear celebrada en enero de 2000. Este “Foro de la Industria” ofreció una oportunidad para intercambiar opiniones con diversos profesionales, incluidos representantes de los trabajadores de la industria nuclear. Hubo un amplio consenso con respecto a la necesidad de intensificar los esfuerzos en las esferas de la seguridad, la innovación y la confianza del público.

Otra importante actividad durante el año fue la de dar a conocer más ampliamente las diversas actividades prioritarias del Organismo. Por ejemplo, la no proliferación fue un tema que concitó el interés de la prensa durante la Conferencia de examen del TNP en mayo de 2000, y el Organismo ofreció una

variedad de materiales de referencia para la prensa y el público, en forma impresa y en su sitio Web, *WorldAtom*. El sitio (<http://www.iaea.org/worldatom>), que se remodeló en 2000, atrajo un número de visitantes cada vez mayor. La sexta Conferencia de las Partes en la UNFCCC, celebrada en La Haya, fue otro acontecimiento para el que el Organismo preparó material de información

**“En 2000 la Secretaría continuó y aceleró sus iniciativas de reforma administrativa ... para afinar el proceso de formulación de programas y maximizar la eficiencia...”**

pública. También se prestó especial atención al problema de la gestión de desechos radiactivos. Dado que se trata de uno de los asuntos más polémicos para la industria nucleoelectrónica, el Organismo realizó una labor para ofrecer equilibrio y fundamentos en su tratamiento de esta cuestión.

Estas actividades se realizaron como un complemento de los esfuerzos concertados del personal directivo superior, particularmente del Director General, para llegar a un público más amplio en la sociedad civil, incluida la comunidad de la limitación de los armamentos y del desarme, las instituciones académicas y centros de estudios.

## GESTIÓN

En 2000 la Secretaría continuó y aceleró sus iniciativas de reforma administrativa diseñadas para afinar el proceso de formulación de programas y maximizar la eficiencia en la ejecución del programa. En enero de 2000, la cuarta Conferencia de Personal Directivo Superior convocada por el Director General estableció el marco para el año. La Conferencia consideró y dio carácter oficial a los detalles prácticos de la introducción, dentro de un

calendario deliberadamente concentrado, de un enfoque de la programación y la presupuestación basado en los resultados y reforzó y amplió el examen de las prácticas administrativas que actualmente realiza la Secretaría.

En mayo se presentó al Comité del Programa y Presupuesto de la Junta de Gobernadores una explicación detallada de la metodología basada en los resultados en el contexto del Organismo, conjuntamente con un documento de planificación inicial en el que se resumen los parámetros del proyecto de programa y presupuesto para el bienio 2002-2003. De este modo, se consultó desde el principio a los Estados Miembros en el proceso de desarrollo, mucho antes en el ciclo de formulación del programa que en cualquiera de los años anteriores. Ulteriormente se distribuyó a los Estados Miembros un documento general en que figuraban los *objetivos, principales productos y resultados prácticos* de los programas principales fundamentales, que fue objeto de consultas minuciosas en septiembre.

Sobre la base del programa resultante se derivaron luego las estimaciones presupuestarias iniciales, que posteriormente se reajustaron para reflejar las limitaciones financieras previstas y para cumplir con las directrices emitidas por el Director General. El documento del proyecto de programa y presupuesto para 2002-2003 así elaborado se presentó a los Estados Miembros en diciembre de 2000.

Los “resultados prácticos” a que se hace referencia más arriba son centrales para el enfoque basado en los resultados y se centran en las respuestas a determinados problemas que se prevé que un programa en particular del Organismo pueda originar en los Estados Miembros. Se establecen indicadores de ejecución respecto de los cuales se puede juzgar posteriormente la eficacia del programa. Entre las ventajas de este enfoque se incluyen las siguientes: aumento de la transparencia; mayor participación de los Estados Miembros en la programación, lo que redundará en una mejor determinación de sus necesidades; mejor establecimiento de las prioridades, y mejor evaluación de la ejecución.

Paralelamente, continuaron registrándose nuevos acontecimientos en el mejoramiento de las eficiencias operacionales. El 1 de enero de 2000 se puso en funcionamiento con éxito un nuevo sistema de control e información financieros — pese a las preocupaciones con respecto al Y2K — y durante el año se introdujeron mejoras en el mismo. El sistema proporciona a los directores de programas datos más oportunos y amplios, lo que permite una puesta en práctica más precisa de las actividades. Además, se prestó especial atención a la reestructuración de los servicios de tecnología de la información en todo el Organismo para asegurar el apoyo eficiente a las actividades de los programas aprovechando plenamente las ventajas de la nueva tecnología.

En el marco de la política unitaria puesta de relieve por el Director General, se está prestando gran atención a las condiciones de trabajo del personal. Durante el año se llevó a cabo una encuesta para obtener información sobre las opiniones e inquietudes de los funcionarios de la Secretaría. Los resultados se analizaron para precisar todas las cuestiones de importancia y proponer soluciones. Un acontecimiento importante fue la ampliación, bajo la administración del Organismo y con un importante subsidio de la Ciudad de Viena, de la Guardería para acoger a los hijos de los funcionarios de las organizaciones con sede en el Centro Internacional de Viena (CIV). Además se inició, conjuntamente con el Gobierno de Austria, la planificación de un proyecto para eliminar el asbesto de los edificios del CIV. Ésta será una actividad de gran magnitud, con una duración total de seis años y que entraña

una detallada y cuidadosa gestión del proyecto.

## CONCLUSIÓN

El papel que el Organismo ha desempeñado para ayudar a alcanzar los objetivos mundiales de una vida “libre de temor” y “libre de carencias” continúa ajustándose al objetivo enunciado en el artículo II de su Estatuto, a saber, “acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero.” En este contexto, varios principios centrales para la misión del Organismo se reafirmaron durante 2000, de los cuales los más importantes fueron los siguientes:

- De la aplicación con fines pacíficos de la energía nuclear y las técnicas nucleares pueden derivarse beneficios importantes para el logro del desarrollo sostenible y para mejorar la calidad de vida. El Organismo, por lo tanto, tiene un papel importante que desempeñar en la prestación de asistencia a los países en desarrollo para mejorar sus capacidades científicas, tecnológicas y reguladoras.
- Tanto las medidas nacionales como la cooperación internacional son esenciales para la seguridad nuclear, radiológica, de los desechos y del transporte, y el Organismo desempeña un papel clave en la promoción de una cultura de la seguridad mundial.
- Las salvaguardias del Organismo son un componente básico del régimen de no proliferación y crean un entorno propicio para el desarme nuclear y la cooperación nuclear.



[Foto: Dean Calma, OIEA]

Vista de la sesión plenaria de la 44ª reunión ordinaria de la Conferencia General celebrada en septiembre de 2000.



# 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 I).

La Conferencia General se compone de 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 II la lista completa de las resoluciones aprobadas en 2000).

---

Por recomendación de la Junta de Gobernadores, la Conferencia General aprobó las solicitudes de ingreso de Azerbaiyán, la República Centroafricana y Tayikistán. A finales de 2000 esas solicitudes aún no habían surtido efecto y el Organismo tenía un total de 130 Estados Miembros.

Con arreglo a lo acordado por la Junta en 1999, los Embajadores de Finlandia y México celebraron consultas conjuntas sobre el financiamiento de la cooperación técnica. Los embajadores presentaron su informe a la Junta y, a partir de ese momento, el Presidente de la Junta, Excmo. Sr. Sergio de Queiroz Duarte, del Brasil, continuó esa labor con vistas a fijar la cifra objetivo para las contribuciones de 2001 y 2002, así como las cifras indicativas de planificación para el bienio siguiente. De conformidad con lo propuesto por el Presidente, la Junta formuló recomendaciones y la Conferencia llegó ulteriormente a un acuerdo sobre estos asuntos y fijó una tasa de consecución de la cifra objetivo destinada a estimular el flujo de recursos al Fondo de Cooperación Técnica durante dicho período.

En relación con la financiación del componente de salvaguardias del Presupuesto Ordinario, el Embajador de España celebró consultas y presentó un informe a la Junta, con arreglo a lo acordado por ésta en 1999. Como lo propuso el Presidente, quien prosiguió la labor del Embajador, la Junta recomendó un conjunto de arreglos destinados a poner fin al sistema de “desgravación” aplicado a determinados Estados Miembros en un plazo especificado, que fueron aprobados por la Conferencia.

---

**Nota:** En esta sección se informa sobre las cuestiones de procedimiento abordadas por la Junta de Gobernadores y la Conferencia General durante el año. Las cuestiones programáticas importantes examinadas por los Órganos Rectores se tratan en los capítulos correspondientes del presente informe.

De conformidad con la resolución GC(42)/RES/4, en la que se aprobaron criterios o directrices para el examen de las solicitudes de restablecimiento de derechos de voto presentadas por los Estados Miembros en mora en el pago de sus contribuciones financieras al Organismo, la Conferencia emprendió, por conducto de la Junta de Gobernadores, una evaluación de seguimiento de la utilidad y pertinencia de los criterios y las directrices. La opinión de la Junta fue que la experiencia adquirida hasta entonces era insuficiente para una evaluación adecuada y, por consiguiente, la Conferencia pidió a la Junta que examinara la cuestión después de noviembre de 2001 e informara a la Conferencia en 2002.

En relación con las enmiendas de los artículos VI y XIV.A del Estatuto del Organismo, aprobadas por la Conferencia en 1999 y enviadas a los Estados Miembros para su ratificación con arreglo a lo estipulado por el Estatuto, el Gobierno depositario informó al Organismo que ocho Estados Miembros habían ratificado la enmienda del artículo VI y que seis habían ratificado la del artículo XIV.A. De

conformidad con lo previsto en el Estatuto, estas enmiendas sólo entrarán en vigor cuando cada una haya sido aceptada por dos tercios de todos los Estados Miembros.

La Junta convino en que el nuevo enfoque basado en los resultados se aplicara, con arreglo a lo propuesto por la Secretaría, en la preparación del programa y presupuesto del Organismo para los años 2002-2003. En el nuevo enfoque se hace hincapié en los objetivos y resultados perseguidos con la ejecución del programa del organismo, a diferencia del método más tradicional centrado en las aportaciones y productos.

Visto que el actual mandato actual del Director General expira el 30 de noviembre de 2001, de conformidad con los procedimientos para el nombramiento del Director General aprobados anteriormente por la Junta, ésta inició el examen de la cuestión, fijando el plazo para la presentación de las candidaturas y autorizando al Presidente a enviar a los Gobiernos de todos los Estados Miembros una carta circular sobre el asunto.

#### CUADRO I. LA JUNTA DE GOBERNADORES, 2000-2001

Al término de la cuadragésima cuarta reunión ordinaria de la Conferencia General (2000), la composición de la Junta de Gobernadores en 2000-2001 era la siguiente:

- Alemania
- Argelia
- Argentina
- Australia
- Austria
- Belarús
- Bolivia
- Brasil
- Canadá
- China
- Cuba
- Egipto
- España
- Estados Unidos de América
- Federación de Rusia
- Finlandia
- Francia
- Ghana
- India
- Indonesia
- Irlanda
- Jamahiriya Árabe Libia
- Japón
- México
- Nigeria
- Pakistán
- Perú
- Polonia
- Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte
- República Árabe Siria
- República de Corea
- Sudáfrica
- Suiza
- Tailandia
- Ucrania

El Presidente de la Junta para el período 2000-2001 era el Sr. Ibrahim Halil Umar, de Nigeria. Los Vicepresidentes eran la Sra. Irene Freudenschuss-Reichl, de Austria, y el Sr. Jerzy Niewodniczański, de Polonia. ■

## CUADRO II. RESOLUCIONES DE LA CONFERENCIA GENERAL EN 2000

Número	Título	Fecha de aprobación (2000)
● GC(44)/RES/1	Solicitud de admisión como Estado Miembro del Organismo presentada por Tayikistán	18 de septiembre
● GC(44)/RES/2	Solicitud de admisión como Estado Miembro del Organismo presentada por Azerbaiyán	18 de septiembre
● GC(44)/RES/3	Solicitud de admisión como Estado Miembro del Organismo presentada por la República Centrafricana	18 de septiembre
● GC(44)/RES/4	Cuentas del Organismo para 1999	22 de septiembre
● GC(44)/RES/5	Consignaciones de créditos para el Presupuesto Ordinario de 2001	22 de septiembre
● GC(44)/RES/6	Asignaciones para el Fondo de Cooperación Técnica en 2001	22 de septiembre
● GC(44)/RES/7	Fondo de Operaciones en 2001	22 de septiembre
● GC(44)/RES/8	Financiamiento de la cooperación técnica: Contribuciones al Fondo de Cooperación Técnica del Organismo	22 de septiembre
● GC(44)/RES/9	Financiamiento de las salvaguardias: arreglos revisados para el prorrateo de las cuotas de los Estados Miembros en relación con el componente de salvaguardias del Presupuesto Ordinario del Organismo	22 de septiembre
● GC(44)/RES/10	Escala de prorrateo de las cuotas de los Estados Miembros para 2001	22 de septiembre
● GC(44)/RES/11	Medidas para reforzar la cooperación internacional en materia de seguridad nuclear, radiológica y de los desechos	22 de septiembre
● GC(44)/RES/12	Seguridad en la gestión de desechos radiactivos	22 de septiembre
● GC(44)/RES/13	Enseñanza y capacitación en protección radiológica y seguridad nuclear y gestión de desechos	22 de septiembre
● GC(44)/RES/14	Seguridad de los reactores nucleares de investigación	22 de septiembre
● GC(44)/RES/15	Criterios radiológicos aplicables a los radionucleidos de período largo presentes en productos básicos (especialmente los alimentos y la madera)	22 de septiembre
● GC(44)/RES/16	Convención sobre la pronta notificación de accidentes nucleares y Convención sobre asistencia en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica	22 de septiembre
● GC(44)/RES/17	Seguridad en el transporte de materiales radiactivos	22 de septiembre
● GC(44)/RES/18	Fortalecimiento de las actividades de cooperación técnica del Organismo	22 de septiembre
● GC(44)/RES/19	Fortalecimiento de la eficacia y aumento de la eficiencia del sistema de salvaguardias y aplicación del modelo de Protocolo	22 de septiembre
● GC(44)/RES/20	Medidas contra el tráfico ilícito de materiales nucleares y otras fuentes radiactivas	22 de septiembre
● GC(44)/RES/21	Fortalecimiento de las actividades del Organismo relacionadas con las ciencias, tecnología y aplicaciones nucleares	22 de septiembre
● GC(44)/RES/22	Plan para producir agua potable en forma económica	22 de septiembre
● GC(44)/RES/23	Fortalecimiento de la cooperación entre centros de investigaciones nucleares en el ámbito de las aplicaciones pacíficas de la tecnología nuclear	22 de septiembre
● GC(44)/RES/24	Atención de las necesidades humanas inmediatas	22 de septiembre
● GC(44)/RES/25	Resultados de la Conferencia de Examen del TNP relacionados con las actividades del OIEA	22 de septiembre
● GC(44)/RES/26	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	22 de septiembre
● GC(44)/RES/27	Cumplimiento de las resoluciones del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas relativas al Iraq	22 de septiembre
● GC(44)/RES/28	Aplicación de las salvaguardias del OIEA en el Oriente Medio	22 de septiembre
● GC(44)/RES/29	Examen de las credenciales de los delegados	22 de septiembre



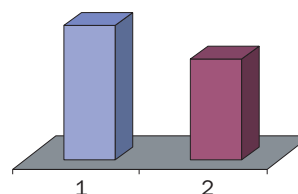
# Programa del Organismo para 2000: Tecnología

# 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.

Gastos con cargo al  
Presupuesto Ordinario: \$ 3 903 485  
Gastos del Programa extrapresupuestario  
(no incluidos en el gráfico): \$ 90 194



1. Planificación, ejecución y comportamiento de programas nucleoelectricos: \$ 2 231 926
2. Adelantos tecnológicos de los reactores nucleares de potencia: \$ 1 671 559

## PANORAMA GENERAL

El programa de energía nucleoelectrica del Organismo en 2000 reflejó el creciente énfasis en la competitividad económica como resultado de la liberalización de los mercados de electricidad en todo el mundo. Se publicaron varios documentos y se ampliaron bases de datos, con información, recomendaciones y orientación formuladas bajo los auspicios del Organismo sobre prácticas de gestión e ingeniería comprobadas para alcanzar mayor seguridad, fiabilidad y eficacia en función de los costos en las centrales nucleares. Estos documentos y bases de datos están a disposición de los usuarios finales en los Estados Miembros, en forma electrónica.

Las innovaciones son fundamentales para el papel futuro de la energía nucleoelectrica, y el éxito de las mismas exigirá la realización de inversiones importantes en todo el mundo. El Organismo puede facilitar el intercambio y la cooperación internacionales en esta esfera a fin de asegurar que dichos esfuerzos se refuercen y complementen mutuamente de manera eficaz en relación con los costos. Sobre la base de las recomendaciones de varios grupos asesores y grupos de expertos de alto nivel y de las recientes actividades del programa relacionados con los conceptos innovadores, varios Estados Miembros acordaron en noviembre establecer el nuevo Proyecto internacional sobre ciclos del combustible y reactores nucleares innovadores (INPRO). Este proyecto se basará en la continuación de las actividades del programa relacionadas con las nuevas tecnologías y aplicaciones, incluidos los reactores de pequeña y mediana potencia, las mejoras evolutivas de los reactores refrigerados por agua, los reactores rápidos, los reactores modulares de alta temperatura refrigerados por gas y las aplicaciones con fines de desalación.

## PLANIFICACIÓN, EJECUCIÓN Y COMPORTAMIENTO DE PROGRAMAS NUCLEOELÉCTRICOS

En 2000, el Organismo publicó varias guías y monografías para prestar asistencia a los Estados Miembros en la planificación, ejecución y administración de proyectos nucleoelectricos:

- Las cuestiones relacionadas con la planificación se abordaron en una edición revisada de la Guidebook titulada *Economic Evaluation of Bids for Nuclear Power Plants*, junto con la actualización del programa informático conexas. La nueva versión de esta publicación y el programa informático actualizado reflejan la información suministrada por los Estados Miembros sobre la base de su experiencia con la edición de 1986 de la misma.
- Con respecto a la capacitación de personal, en la publicación titulada *Analysis Phase of Systematic Approach to Training (SAT) for Nuclear Plant Personnel*, se describen métodos alternativos para el análisis de puestos de trabajo y se dan ejemplos prácticos proporcionados por los Estados Miembros.
- En el documento *Quality Assurance Standards: Comparison Between IAEA 50-C/SG-Q and ISO 9001:1994*, elaborado en cooperación con el FORATOM, se explican las diferencias técnicas entre las normas del Organismo y las de la ISO con el fin de ayudar a asegurar que las normas de la ISO se apliquen en las instalaciones nucleares de manera plenamente compatible con los requisitos reglamentarios. En un informe técnico, *Quality Assurance for Software Important to Safety*, se examina la creciente importancia de las aplicaciones informáticas en el diseño, ensayo y análisis de sistemas de reactores nucleares, así como en las funciones de vigilancia, control y seguridad. En *Managing Suspect and Counterfeit Items in the Nuclear Industry*, se proporciona orientación sobre la manera de determinar y hacer frente a la cuestión de los componentes que no parecen ajustarse a las especificaciones y normas establecidas (elementos sospechosos) y que también

pueden ser copias ilegales o imitaciones, cuyos materiales, comportamiento o características son falseados a sabiendas por el vendedor, suministrador, distribuidor o fabricante (elementos falsificados).

- El documento *Strategies For Competitive Nuclear Power Plants* proporciona al personal directivo de las centrales información y metodologías para determinar y aplicar las medidas que les permitirá seguir siendo competitivas en medio de la rápida evolución de los mercados de electricidad en todo el mundo. En un informe técnico relativo al Sistema de información sobre el comportamiento económico en la esfera nuclear (NEPIS) se resumen las principales transformaciones habidas en la industria de la producción de electricidad que requieren operaciones nucleares y costos de mantenimiento reducidos, así como los métodos para la optimización de los recursos que los directores de las centrales nucleares pueden utilizar en tales casos. Asimismo, se determinan las dificultades que plantan los actuales sistemas de contabilidad de costos para el acopio de datos y se sugieren nuevos sistemas.
- En el documento titulado *Management of Ageing of Instrumentation and Control Equipment in Nuclear Power Plants* se analiza la experiencia mundial con respecto al envejecimiento de los componentes. Además, haciendo uso de distintas técnicas de gestión, se propone una estrategia para la gestión del envejecimiento y se describen las medidas necesarias para su aplicación práctica.

En 2000, el Organismo puso a disposición el Sistema de Información sobre Reactores de Potencia (PRIS), incluidos los detalles relativos a los mapas y la base de datos completa, en CD-ROM y por la página Web del PRIS (<http://www.iaea.or.at/programmes/a2/>). Actualmente los dos servicios PRIS, MicroPRIS y PRIS-PC (la conexión del PRIS por Internet), se distribuyen a más de 600 usuarios de los Estados Miembros y organizaciones internacionales.

En los últimos años, el número de proyectos de cooperación técnica ha aumentado considerablemente. En 2000 se concluyeron dos grandes

proyectos regionales en Europa sobre la mejora de la gestión de las operaciones y la inspección durante el servicio de los reactores WWER-440/1 000. En el marco de otros proyectos se prestó apoyo técnico a los preparativos para nuevos proyectos relacionados con centrales nucleares en África, Asia, Europa y América Latina, la gestión de la vida útil de las centrales eléctricas en Europa y América Latina, la capacitación y cualificación de personal en la Comunidad de Estados Independientes, y la modernización de la instrumentación y el control en Europa y América Latina.

## **ADELANTOS TECNOLÓGICOS DE LOS REACTORES NUCLEARES DE POTENCIA**

En noviembre se celebró en Viena una reunión de funcionarios superiores de los Estados Miembros y organizaciones internacionales con el fin de establecer el Proyecto internacional sobre ciclos del combustible y reactores nucleares innovadores (INPRO) y especificar sus tareas, entre las cuales figuran:

- Ayudar a que se utilice la energía nuclear para satisfacer las necesidades energéticas sostenibles del siglo XXI;
- Facilitar el intercambio de información y la consideración conjunta por los Estados Miembros interesados, incluidos tanto los suministradores como los usuarios de la tecnología, en relación con las medidas internacionales y nacionales encaminadas a promover las innovaciones en los reactores y ciclos del combustible nucleares que permitan mejorar su economía, seguridad, resistencia a la proliferación y racionalidad ambiental;
- Involucrar a todos los interesados en un proceso que se base en las iniciativas internacionales y nacionales existentes y que las complemente.

El INPRO se ejecutará por conducto del Grupo Internacional de Coordinación sobre reactores y ciclos del combustible innovadores (GIC), establecido para un período de dos años. El GIC tendrá un comité directivo y contará con el apoyo de grupos de expertos técnicos de los

Estados Miembros, así como con la asistencia del Organismo en materia de gestión y administración de proyectos.

El Grupo de Trabajo Técnico sobre tecnologías avanzadas para reactores de agua ligera se centra en los adelantos tecnológicos encaminados a mejorar la competitividad económica de los LWR y a lograr al mismo tiempo objetivos estrictos en materia de seguridad. En una reunión de Comité Técnico sobre el comportamiento de diseños de reactores de agua ligera

***“... las mejoras tecnológicas en la inspección, el mantenimiento y la reparación contribuyen de manera importante a mejorar el comportamiento y elevar la competitividad económica de las centrales nucleares existentes.”***

avanzados y en explotación, celebrada en Munich en octubre, se demostró que las mejoras tecnológicas en la inspección, el mantenimiento y la reparación contribuyen de manera importante a mejorar el comportamiento y elevar la competitividad económica de las centrales nucleares existentes. Se consideró que se podían obtener beneficios similares de las economías de escala, la optimización del diseño y la normalización de los nuevos diseños evolutivos.

En el marco del Grupo de Trabajo Técnico sobre tecnologías avanzadas para reactores de agua pesada (GTT-HWR) se finalizó un documento técnico en el que se examina el estado de la tecnología avanzada de los HWR en relación con la flexibilidad, seguridad y economía del ciclo del combustible, así como las necesidades de desarrollo de tecnologías avanzadas en los próximos dos decenios. Asimismo, sirve de base para la definición de las actividades futuras del GTT. El documento abarca tanto los HWR evolutivos como los innovadores y aportará información al INPRO.

Los fenómenos de circulación natural desempeñan un papel especialmente importante en el diseño de sistemas pasivos, característica que puede mejorar la economía y seguridad de las centrales nucleares evolutivas e innovadoras. En una reunión de Comité Técnico se evaluó la actual base de datos experimentales y la aplicabilidad de las metodologías existentes para calcular los fenómenos naturales de convección en los diseños de reactores avanzados refrigerados por agua, y establecer métodos para realizar mejoras en los modelos y apoyar los datos experimentales. La información obtenida de esta reunión será una de las aportaciones técnicas al INPRO.

Los ejercicios de referencia conjuntos realizados anteriormente por el Organismo y la Comisión Europea en relación con los reactores refrigerados por sodio han demostrado que los núcleos de los grandes reactores convencionales rápidos refrigerados por sodio registran aumentos de la reactividad si hay una pérdida de refrigerante debida a la ebullición o la intrusión de gas. Visto que incluso un pequeño efecto positivo de reactividad tiene un impacto importante desde el punto de vista de la seguridad, varios grupos de investigadores de todo el mundo están investigando la manera de neutralizar el efecto positivo de reactividad de huecos producido por el sodio. La utilización de diseños innovadores de núcleos con ese fin tiene la ventaja de que proporciona un margen de seguridad inherentemente activado adicional para impedir los fallos de las agujas de combustible o la ebullición local en el campo de los transitorios operacionales y graves. En el marco de un nuevo programa conjunto de referencia, el Organismo y la Comisión Europea estudiaron la posibilidad de sustituir la capa axial superior del núcleo por un pleno de sodio para aumentar la fuga neutrónica axial. Este método permitió obtener un fuerte efecto negativo de reactividad.

A fin de generalizar, examinar y documentar los conocimientos fundamentales sobre la tecnología de los reactores refrigerados por metal líquido, el Organismo concluyó un informe técnico sobre los principales problemas técnicos y de diseño que se han producido durante la explotación de reactores rápidos refrigerados por metal líquido. El informe

incluyó recomendaciones sobre cómo evitar los errores de diseño cometidos en el pasado e incorporar soluciones efectivas a los problemas que ya se han planteado.

En 2000 se registró un aumento del interés y las actividades a nivel internacional en relación con los reactores modulares de alta temperatura refrigerados por gas (HTGR). El reactor experimental HTR-10 chino alcanzó su criticidad en diciembre, y en el reactor HTTR del Japón se prosiguieron los ensayos para elevar su potencia. El proyecto relativo al reactor modular de lecho de bolas de la compañía sudafricana de electricidad ESKOM contó

***“En un sitio Web creado en 2000 se proporciona un panorama general de los adelantos tecnológicos de los reactores refrigerados por gas (GCR) y las actividades conexas del Organismo...”***

con la participación activa de la British Nuclear Fuels Ltd., del Reino Unido, y de la Exelon, de los Estados Unidos de América. Asimismo, prosiguieron los trabajos relacionados con el reactor modular de turbina de gas refrigerado por helio, con la participación de los Estados Unidos de América, la Federación de Rusia, Francia y el Japón. También se encuentran en marcha varios nuevos estudios sobre la viabilidad de los diseños.

En un sitio Web creado en 2000 se proporciona un panorama general de los adelantos tecnológicos de los reactores refrigerados por gas (GCR) y las actividades conexas del Organismo (<http://www.iaea.org/inis/aws/htgr/index.html>). En un segundo sitio conexo se facilita el intercambio de información y la colaboración entre los principales investigadores científicos de un PCI sobre la evaluación del comportamiento de los GCR de alta temperatura. Los objetivos del PCI son validar los códigos analíticos y modelos de comportamiento, formular actividades de referencia código-experimento para los programas de ensayo, demostrar las características de



seguridad de los GCR y evaluar el sinergismo de las investigaciones en la puesta en servicio de las centrales HTTR y HTR-10.

En conformidad con lo pedido en la resolución GC(44)/RES/22 de la Conferencia General, se publicó un manual de programas informáticos para el Programa del Organismo de evaluación económica de la desalación (DEEP), incluidas descripciones técnicas, diagramas de todos los módulos de cálculo e instrucciones de instalación. Los programas informáticos y el manual, que están disponibles en CD-ROM, se han distribuido a 96 expertos de 30 Estados Miembros. Además, a fines de 2000 se habían otorgado 50 licencias para el DEEP.

En el documento titulado *Examining the Economics of Seawater Desalination Using the DEEP Code*, publicado en 2000, se hace una amplia evaluación económica de la desalación nuclear en comparación con las opciones fósiles y se sientan las bases para futuras evaluaciones de casos concretos en el marco de proyectos y estudios nacionales. En la publicación *Guidance for Preparing User Requirements Documents (URDs) of Small and Medium Size Reactors and its Application in Developing Countries* se aborda la posibilidad de utilizar dichos reactores en los países en desarrollo para fines de desalación.

Estas publicaciones respaldarán el objetivo del Organismo de facilitar la colaboración en el marco de proyectos interregionales de cooperación técnica en los que participen los poseedores y usuarios finales de la tecnología, y de lograr así un sistema integrado de desalación nuclear que produzca energía y calor.

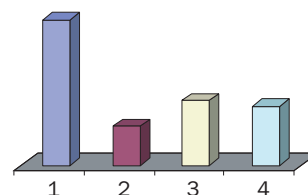
El Grupo Asesor Internacional sobre desalación nuclear (INDAG) celebró su cuarta reunión en abril de 2000 y examinó las novedades recientes habidas dentro y fuera del Organismo. Entre otras cosas, el INDAG recomendó fortalecer los instrumentos genéricos del Organismo para planificar y ejecutar proyectos de desalación nuclear en los países en desarrollo. Sobre la base de su examen de las actividades externas, el INDAG instó a una participación más activa por parte de los países en desarrollo, particularmente en el proyecto interregional de cooperación técnica sobre diseño de sistemas nucleares y de desalación integrados. En el marco de las actividades conexas, se creó una página Web en la que se proporciona la información acopiada por el INDAG sobre la tecnología de desalación nuclear del agua de mar, los proyectos pasados y presentes, las actividades del Organismo y la realización de evaluaciones de muestras utilizando el DEEP.

# CICLO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR Y TECNOLOGÍA DE LOS DESECHOS

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Facilitar la transferencia y el intercambio de información y tecnología entre los Estados Miembros; prestar asistencia y orientación, cuando se solicite, sobre la formulación y aplicación de estrategias en actividades relacionadas con el ciclo del combustible nuclear y programas de gestión de desechos radiactivos, teniendo debidamente en cuenta la eficiencia, seguridad, racionalidad ambiental y sostenibilidad, así como la compatibilidad con las normas internacionalmente aceptadas, cuando proceda, y las buenas prácticas.

Gastos con cargo al  
Presupuesto Ordinario: \$ 4 686 198  
Gastos del Programa extrapresupuestario  
(no incluidos en el gráfico): \$ 673 718



1. Ciclo del combustible y materiales nucleares: \$ 2 205 366
2. Fuentes de desechos radiactivos: \$ 596 685
3. Puesta en práctica y aplicación de tecnologías de gestión de desechos radiactivos: \$ 986 165
4. Información sobre gestión de desechos y transferencia de tecnología: \$ 897 982

## PANORAMA GENERAL

El programa del ciclo del combustible nuclear y de tecnología de los desechos del Organismo abarca todos los aspectos del ciclo del combustible, desde los recursos y la producción de uranio, pasando por el comportamiento y la tecnología del combustible nuclear, hasta la gestión del combustible gastado. Se ha prestado creciente atención a la manera en que el ciclo del combustible afecta a la sostenibilidad de la energía nucleoelectrónica, y a la gestión del combustible gastado, particularmente su almacenamiento, y al inventario cada vez mayor del plutonio separado. Así, este año el interés se centró en los recursos y la producción de uranio, incluidas las cuestiones ambientales, y en la tecnología del combustible gastado, incluido el almacenamiento a largo plazo y el crédito de quemado. Entre los principales acontecimientos de 2000 se cuentan la publicación del "Libro Rojo de 1999" del OIEA y la AEN/OCDE y la celebración de un simposio internacional sobre el ciclo de producción del uranio y el medio ambiente.

En las actividades desarrolladas en la esfera de la gestión de desechos radiactivos se hizo hincapié en la minimización de desechos y la clausura de instalaciones, la ejecución de actividades de gestión de desechos (con mayor interés en las cuestiones de disposición final), la transferencia de tecnología y el intercambio de información. El Organismo puso mayor acento en la cooperación internacional para la disposición final geológica de desechos de actividad alta y período largo. El Canadá y Bélgica ofrecieron al Organismo los servicios de sus laboratorios subterráneos de investigación para organizar demostraciones internacionales y proyectos de capacitación en materia de disposición final geológica. Por otra parte, el foro científico celebrado paralelamente a la reunión de la Conferencia General en septiembre se centró en los aspectos de tecnología y seguridad y en las futuras direcciones de la gestión de desechos radiactivos.

## CICLO DEL COMBUSTIBLE Y MATERIALES NUCLEARES

En 2000 el Organismo y la AEN/OCDE publicaron *Uranium 1999: Resources, Production and Demand* (el “Libro Rojo”), el principal documento de referencia mundial sobre el uranio. El Libro Rojo, que se basa en la información oficial recibida de 49 países e incluye las estadísticas de recursos, exploración, producción y demanda hasta el 1 de enero de 1999, suministra información importante y novedosa de todos los centros de producción de uranio más importantes de África, Australia, Europa oriental, América del Norte y los Estados recientemente independizados y analiza las estadísticas de la industria, las proyecciones mundiales de crecimiento de la energía

**“En 2000 el Organismo y la AEN/OCDE publicaron *Uranium 1999: Resources, Production and Demand* (el “Libro Rojo”), el principal documento de referencia mundial sobre el uranio.”**

nuclear, y las necesidades y la oferta de uranio.

Un simposio celebrado en octubre en relación con el ciclo de producción del uranio y el medio ambiente trató cuestiones asociadas al suministro de uranio a largo y corto plazos, la evaluación de sus repercusiones y efectos socioeconómicos, y asuntos de seguridad y reglamentarios. Un mensaje de gran alcance fue la importante dimensión social que llevan consigo las cuestiones ambientales. Aunque el vínculo ambiental-social es particularmente significativo en las zonas con culturas locales tradicionales de gran arraigo, en todos los casos las empresas mineras deben establecer una pronta comunicación con las demás partes interesadas, particularmente las comunidades más directamente afectadas. Otra cuestión que se destacó fue la importancia fundamental que tiene la clausura planificada y progresiva de un emplazamiento operacional para satisfacer las preocupaciones del público y los órganos reguladores, minimizar los impactos

ambientales, los costos de explotación y clausura y la responsabilidad de las empresas, y fomentar el apoyo del público.

En el año 2000 finalizó un PCI sobre modelos de transporte de sustancias radiactivas en circuitos primarios de reactores refrigerados por agua. Los modelos incorporados en nueve códigos nacionales fueron evaluados utilizando un ejercicio a ciegas basado en los datos de medición de la actividad facilitados por cinco países que explotan centrales nucleares PWR, WWR y CANDU. Los participantes realizaron análisis de sensibilidad para evaluar más concretamente los distintos modelos y la función precisa de cada parámetro, y definieron importantes posibilidades de mejora en los modelos y códigos nacionales.

El Organismo también concluyó y publicó un estudio de fisuración por tensocorrosión en vainas de combustible de zircaloy. La interacción pastilla-vaina, importante problema que se tiene en cuenta en la concesión de licencias a muchos reactores de agua, fue objeto de investigación, como también los efectos de la fluencia, la temperatura, las condiciones materiales, la presión parcial y la textura del yodo en las tasas de fisuración por tensocorrosión y en la fractografía de las fisuras resultantes. El estudio puede utilizarse para elaborar modelos de comportamiento del combustible, y también contiene un examen actualizado de la fisuración por tensocorrosión inducida por yodo de las aleaciones basadas en circonio.

En el marco de un PCI sobre degradación por hidrógeno e hidruro de las propiedades físicas y mecánicas de las aleaciones basadas en circonio, un estudio del Organismo sobre la fisuración diferida por hidruro del material de los tubos de presión permitió llevar a cabo una transferencia muy eficaz de conocimientos técnicos a escala de laboratorio. La 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 reactores de agua. Los participantes en el estudio realizaron un ejercicio por etapas, notificando la fisuración diferida por hidruro del material de tubos de presión de reactores CANDU evaluada en

distintos laboratorios. Los resultados indican que gran parte de la dispersión usual de datos entre todos los laboratorios puede reducirse de manera radical simplemente mediante estrictos controles experimentales.

La constante acumulación del combustible gastado es una preocupación importante para el Organismo (figura 1). En Asia y Europa oriental se están poniendo en servicio nuevas centrales nucleares, y en Europa occidental y América del Norte las centrales existentes continúan generando combustible gastado. Ante la capacidad limitada de las piscinas, la acumulación de este combustible en las instalaciones de almacenamiento ha hecho necesario redistribuirlo en muchas de ellas e incluso almacenarlo fuera del reactor. Actualmente sólo unos pocos países reprocesan el combustible gastado o prevén su disposición final directa. La mayoría ha aplazado este tipo de decisiones y almacenan su combustible gastado. La falta de repositorios finales y el aplazamiento de las decisiones hacen los períodos de almacenamiento prolongados, pero inseguros.

Para atender a estas preocupaciones, el Organismo examinó los requisitos para las instalaciones de almacenamiento a largo plazo en una reunión de Comité Técnico. Además, en un PCI sobre evaluación e investigación del comportamiento del combustible gastado se estudió el comportamiento de este último y de los materiales estructurales durante el almacenamiento en húmedo y en seco a largo plazo.

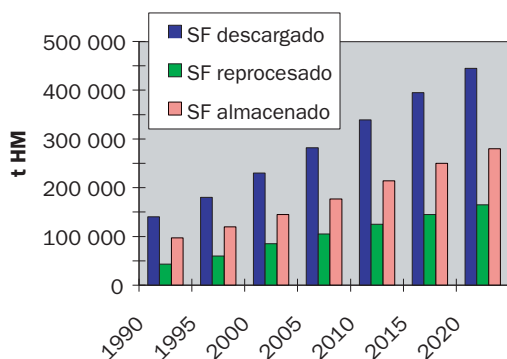


Figura 1. Generación acumulativa proyectada de combustible gastado (SF), medida en toneladas de metal pesado (tHM)

Los requisitos de capacidad de almacenamiento en el futuro obedecen al hecho de que se reprocesará menos de un tercio del combustible gastado, sobre todo en Europa. En los requisitos de diseño para el almacenamiento en el futuro, incluidos materiales, equipo e instalación, también se deben tener en cuenta la tendencia a un grado de quemado de combustible más alto (y el consiguiente grado de enriquecimiento más alto del combustible sin irradiar) y el uso de plutonio en el combustible de mezcla de óxidos (MOX). Estos requisitos modificarán las características del combustible gastado, es decir, el calor de desintegración aumentará y la curva descendente se inclinará menos con el tiempo. Ello requerirá un período de almacenamiento más largo que lo común en muchos países con un grado de quemado inferior a 40 GW d/t.

Sobre la cuestión del crédito de quemado, el Organismo celebró una reunión de Comité Técnico para notificar los progresos hechos en

**“Los requisitos de capacidad de almacenamiento en el futuro obedecen al hecho de que se reprocesará menos de un tercio del combustible gastado, sobre todo en Europa.”**

su aplicación. Tales créditos aprovechan los cambios en la composición isotópica del combustible durante el quemado que reducen la reactividad. Los participantes en la reunión observaron que los créditos en las aplicaciones de seguridad contra el riesgo de criticidad suele basarse en razones económicas, aunque el crédito de quemado también es aplicable a evaluaciones de salud pública y seguridad, conservación de recursos y calidad ambiental. Estos créditos por lo general permiten cargar más combustible en un cofre de transporte o almacenamiento, reduciendo así el número de transportes y el espacio de almacenamiento.

El Sistema de Información sobre el Ciclo del Combustible Nuclear (NFCIS) culminó su tercer año de actividades. Se instaló un sistema mejorado de gestión de base de datos cliente/servidor para hacer más rápido y fiable

el acceso. Un sitio Internet recién creado permite a los usuarios del Organismo y los Estados Miembros buscar y recuperar información en la base de datos del NFCIS sobre las instalaciones del ciclo del combustible nuclear de todo el mundo. También se cuenta con el Sistema de Simulación del Ciclo del Combustible Nuclear (VISTA), modelo recientemente desarrollado por el Organismo para calcular y estimar las necesidades de servicios del ciclo del combustible nuclear. El modelo se ha perfeccionado para incluir estimaciones de las necesidades de fabricación de combustible de MOX y los inventarios de plutonio separado para usos civiles. El VISTA integra los datos de otras bases de datos del Organismo (como el PRIS y el banco de datos sobre energía y electricidad (EEDB)) a fin de estimar las necesidades de servicios del ciclo del combustible en función de diversos escenarios para cada región del mundo. El Organismo también desarrolló un nuevo sitio Internet <http://www.iaea.org/programmes/ne/video/menu.htm> que contiene una biblioteca de películas de vídeo sobre la energía nucleoelectrica y el ciclo del combustible.

## FUENTES DE DESECHOS RADIATIVOS

El gran número de instalaciones que se proyecta poner fuera de servicio en el futuro próximo en muchos Estados Miembros ha acrecentado cada vez más la importancia de la minimización de los desechos durante la clausura. El Organismo publicó un informe técnico, *Minimization of Radioactive Waste from Decontamination and Decommissioning of Nuclear Facilities*, en que se analiza la situación actual de la minimización de desechos durante la clausura, los principios y factores que se deben tener en cuenta al seleccionar una estrategia de minimización, y las opciones, estrategias, novedades y tendencias relacionadas con este aspecto.

La información y orientación publicada en relación con los aspectos *organizacionales* de la clausura es cada vez más escasa que la referente a los de orden tecnológico. Esta falta de información puede obedecer a diferencias percibidas entre las instalaciones de

administración privada y las de propiedad estatal, o a variaciones entre países, aunque es posible establecer normas y recomendaciones comunes que puedan adaptarse a casos concretos. Ello es importante, ya que la falta de orientación en cuanto a los aspectos de organización puede crear la impresión de que para lograr una clausura satisfactoria basta disponer de las tecnologías necesarias. Por este motivo, el Organismo publicó un examen de los aspectos de planificación y gestión de la clausura titulado *Management and Organization for the Decommissioning of Large Nuclear Facilities*.

Entre las otras actividades relacionadas con esta esfera se incluyen los proyectos de cooperación técnica encaminados especialmente a ayudar a los Estados Miembros en la preparación y examen de los planes de clausura para los reactores de investigación parados (véase la figura 2). Estos proyectos abarcan una serie de estrategias, desde el desmantelamiento inmediato (Letonia) hasta el confinamiento seguro a largo plazo (Georgia). En otro proyecto de cooperación técnica debido a Europa central y oriental, el Organismo agrupó a expertos internacionales para prestar asistencia en la transferencia de tecnología y conocimientos técnicos a Armenia, Bulgaria, Eslovaquia, Hungría, la República Checa y Ucrania. Los expertos primero suministraron información sobre la planificación y gestión de

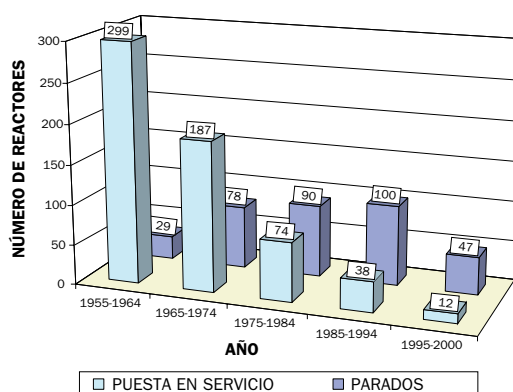


Figura 2. Histograma de doble columna que muestra el número decreciente de reactores de investigación que se pusieron en servicio y el número creciente que se llevaron a régimen de parada en cada decenio entre 1955 y 1994, y en los cinco años transcurridos de 1995 a 2000

la clausura basándose en experiencias nacionales y luego ayudaron a redactar un documento técnico para consolidar la información disponible, la experiencia en cuanto a la clausura, enseñanzas deducidas y orientaciones. En el documento también se definen los recursos necesarios para la clausura.

## **PUESTA EN PRÁCTICA Y APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE GESTIÓN DE DESECHOS RADIATIVOS**

La minimización de los desechos es un componente básico de toda estrategia moderna de gestión de desechos integrada. Una de las

**“Una de las opciones de minimización más eficiente es reciclar y reutilizar materiales y componentes valiosos provenientes de diferentes corrientes de desechos.”**

opciones de minimización más eficiente es reciclar y reutilizar materiales y componentes valiosos provenientes de diferentes corrientes de desechos. El Organismo publicó un documento técnico en 2000 que proporciona amplia información sobre el reciclado y reutilización tanto de los componentes radiactivos como no radiactivos de las posibles corrientes de desechos procedentes de todo el ciclo del combustible nuclear. En el documento se incluyen los “desechos históricos” como una corriente de desechos concreta, y se destaca que el reciclado y reutilización debe ser una parte coherente de todas las políticas nacionales de gestión de desechos específicas para las centrales y emplazamientos.

Otro documento, *Handling and Processing of Radioactive Waste from Nuclear Applications*, aborda la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos generados en las aplicaciones de los radioisótopos en la investigación, la medicina y la industria. También se describen las prácticas, procedimientos y técnicas actuales para el tratamiento, acondicionamiento, embalaje y almacenamiento de los desechos radiactivos, como también los

principios y factores básicos que se deben considerar al seleccionar una estrategia de gestión de desechos y la tecnología de procesamiento. Por último, el documento contiene información técnica y material de referencia sobre distintas opciones de procesamiento de desechos.

El documento *Management of Radioactive Waste from the use of Radionuclides in Medicine* está destinado a los establecimientos médicos y biomédicos y a las autoridades que supervisan las aplicaciones médicas de los radioisótopos. Este documento técnico, al igual que el anterior, establece los principios y factores que se han de considerar al seleccionar una estrategia de gestión de desechos y la tecnología de procesamiento. En él también se describen procedimientos avanzados aplicados en instalaciones de todo el mundo y se proporciona orientación práctica y recomendaciones.

En el futuro inmediato se tendrá que clausurar toda una generación de reactores nucleares moderados por grafito, al igual que otras instalaciones nucleares que utilizan este material para diversos fines. No obstante, sus excelentes propiedades mecánicas y estabilidad química, que resultan ventajosas durante

**“La disposición final cerca de la superficie de desechos de actividad baja e intermedia constituye una opción que aplican o prevén muchos Estados Miembros, y por ello crece cada vez más la necesidad de una información y orientación más exhaustiva.”**

toda su vida útil, hacen más difícil la gestión de los desechos que lo contienen. Para fomentar el intercambio de información entre los Estados Miembros que tienen que encarar este problema, el Organismo concluyó un examen sobre la gestión de desechos de grafito radiactivo procedentes del desmantelamiento de centrales nucleares, así como otras aplicaciones nucleares del grafito.

La disposición final cerca de la superficie de desechos de actividad baja e intermedia constituye una opción que aplican o prevén

muchos Estados Miembros, y por ello crece cada vez más la necesidad de una información y orientación más exhaustiva. Para atender a esta necesidad, el Organismo evaluó las cuestiones científicas y tecnológicas inherentes con objeto de ayudar a los Estados Miembros a desarrollar, emplazar y aplicar los sistemas de disposición final y evaluar su seguridad y comportamiento. También se estudiaron varias cuestiones no técnicas, incluida la infraestructura social, económica, institucional, local y nacional, la política pública y los problemas de aceptación. Como parte de estos exámenes, se publicó un documento técnico, *Inspection and Verification of Waste Packages for Near Surface Disposal*, en que se describen los conceptos de la inspección y verificación de los bultos de desechos, los requisitos para la aceptación de los desechos, y el establecimiento de un programa de garantía de calidad/control de calidad de los bultos de desechos.

Los planes para la disposición final de desechos de actividad alta y período largo en repositorios geológicos profundos plantean problemas singulares a causa de las escalas de tiempo muy prolongadas que deben considerarse. Para elevar la confianza del público en la disposición final geológica y perfeccionar los pronósticos a largo plazo de la condición de tales sistemas de disposición final, el Organismo publicó un documento técnico sobre los métodos utilizados para extrapolar las observaciones a corto plazo a los plazos más dilatados que se requieren para analizar el aislamiento de desechos radiactivos de período largo. Los estudios de análogos representan otro enfoque para evaluar el comportamiento de los sistemas y fomentar la confianza en la seguridad de los sistemas geológicos. En consecuencia, el Organismo comenzó un PCI sobre análogos antropógenos que estudiará los procesos que han afectado a artefactos y materiales antiguos. Ello podrá ayudar a comprender cómo se comportarán los materiales antropógenos en un entorno de repositorio a lo largo de muchos siglos.

La contribución de la vigilancia a la seguridad a largo plazo de los repositorios de desechos radiactivos fue el tema de un documento técnico publicado por el Organismo en 2000.

La vigilancia se considera fundamentalmente como una forma importante de garantizar que un repositorio cumpla su finalidad prevista, es decir, aislar los desechos del entorno humano. En el documento se indican posibles objetivos de vigilancia ambiental en las diferentes etapas de desarrollo del repositorio, las técni-

**“Un hecho importante registrado en 2000 fue el ofrecimiento de Bélgica y el Canadá de facilitar sus laboratorios subterráneos de investigación para actividades internacionales de demostración y capacitación bajo los auspicios del Organismo.”**

cas de vigilancia que podrían aplicarse, y las formas en que podría emplearse la información resultante.

Un hecho importante registrado en 2000 fue el ofrecimiento de Bélgica y el Canadá de facilitar sus laboratorios subterráneos de investigación para actividades internacionales de demostración y capacitación bajo los auspicios del Organismo. Varios Estados Miembros prevén construir este tipo de laboratorios para desarrollar conocimientos técnicos y experiencia práctica en la disposición final de desechos radiactivos. El ofrecimiento de Bélgica y el Canadá brinda una importante oportunidad para compartir experiencias y promover el consenso internacional entre los Estados Miembros.

## **INFORMACIÓN SOBRE GESTIÓN DE DESECHOS Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

Desde 1996 el Organismo viene realizando demostraciones regionales sobre métodos y procedimientos de gestión de desechos previa a la disposición final con objeto de proporcionar capacitación práctica en el procesamiento de tipos concretos de desechos radiactivos, derivados en su mayoría de radioisótopos médicos, de investigación e industriales. En 2000 concluyó el primer ciclo que abarcó la América Latina, Asia oriental y el Pacífico y

Europa oriental y el Oriente Medio. La serie de demostraciones para la Federación de Rusia todavía se mantiene, y su alcance se está ampliando para hacer hincapié en los aspectos de gestión de calidad de la gestión de desechos radiactivos. En los últimos cuatro años han participado más de 100 personas provenientes de 50 países.

El número de operaciones de acondicionamiento de radio aumentó en un 50%, y varios Estados Miembros aportaron nuevos equipos de expertos en 2000. En Asia, el Organismo cualificó nuevos equipos de expertos de la República de Corea y el Pakistán, y llevó a cabo operaciones satisfactorias en Sri Lanka, Myanmar y Bangladesh. En África, se realizaron operaciones en Madagascar, Egipto, Sudán, Mauricio y Túnez. En la América Latina, se acondicionaron fuentes de radio en Venezuela. Los pocos países latinoamericanos que aún no han acondicionado sus fuentes de radio utilizan todavía radio para aplicaciones nucleares. Para que el Organismo pueda ayudar en el acondicionamiento, estos países tendrán que poner término a esas aplicaciones y acopiar todas las fuentes de radio.

El accidente ocurrido en Tailandia con una fuente de radiación a principios de 2000 ilustra la constante necesidad de acrecentar la información y poner mayor atención en la manipulación de esas fuentes. En 2000 se publicó un documento técnico, *Handling, Conditioning and Storage of Spent Sealed Radioactive Sources*, que proporciona información tanto sobre los procedimientos de acondicionamiento de fuentes selladas como sobre diversas opciones de almacenamiento. Otro documento, *Management for the Prevention of Accidents from Disused Sealed Radioactive Sources* está en proceso de publicación.

También con respecto a las fuentes selladas, el Organismo elaboró un programa informático y comenzó a reunir e introducir los datos para un catálogo internacional de fuentes y disposi-

tivos radiactivos sellados. Se ha pedido a los Estados Miembros que faciliten información para este recurso, que se complementará con información de catálogos comerciales y bases de datos de Internet. El catálogo en su forma final contendrá información técnica sobre fuentes selladas, inclusive características de diseño e ilustraciones, y datos sobre fabricantes y distribuidores, incluidos direcciones e historiales de empresas. Su finalidad es servir de instrumento para determinar la presencia de fuentes huérfanas y dispositivos obsoletos portadores de fuentes radiactivas selladas.

El Organismo actúa como secretaria del Grupo de Contacto de Expertos (CEG), que coordina la gestión y disposición final de combustible gastado y desechos radiactivos en la Federación de Rusia, incluidos los desechos provenientes de reactores de submarinos. Hacia el final de 2000, 180 submarinos fueron puestos fuera de servicio, de los cuales 115 todavía tenían a bordo combustible nuclear gastado. La tasa de descarga del combustible ha aumentado con el apoyo financiero del Japón, los Estados Unidos y países de Europa oriental. En 1998 se descargó el combustible de cuatro submarinos, en 1999 de ocho y en 2000 de 18. En 2001 se prevé la descarga de otros 20 o 21. El problema del tratamiento de los desechos radiactivos líquidos se ha resuelto mejorando las instalaciones existentes en Atomflot, en el noroeste de la Federación de Rusia, cerca de Murmansk, y poniendo en servicio una nueva instalación flotante de tratamiento en la remota zona oriental de Rusia. Con la participación de Noruega y los Estados Unidos se utilizan ahora cofres de metal y hormigón de doble propósito para el transporte y almacenamiento provisional del combustible nuclear gastado. En octubre de 2000 se habían fabricado 28 cofres. También se ha construido un nuevo tren para transportar el combustible gastado a la planta de reprocesamiento de Mayak. Y en 2000, los Países Bajos se incorporaron al CEG, elevando a 13 el número de sus miembros.



# EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS FUENTES DE ENERGÍA

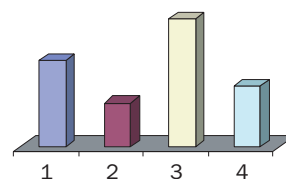
## OBJETIVO DEL PROGRAMA

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. Examinar el papel de la energía nucleoelectrica para el desarrollo sostenible de sistemas energéticos y prestar asistencia a los Estados Miembros en la adopción de decisiones de política bien fundamentadas en relación con su desarrollo energético futuro.

## PANORAMA GENERAL

Durante el 2000 el programa del Organismo sobre evaluación comparativa de las fuentes de energía se centró en la evaluación del futuro papel de la energía nucleoelectrica en mercados de electricidad cada vez más competitivos, y en sus posibles contribuciones para promover el desarrollo energético sostenible. Con este fin, se desarrollaron varios nuevos instrumentos metodológicos que pudieran ayudar en la adopción de decisiones fundamentadas en los Estados Miembros. Éstos incluyen un nuevo enfoque analítico y de elaboración de modelos para la explotación de sistemas de electricidad y la planificación de la ampliación, concebido específicamente para reflejar la creciente competencia y las preocupaciones ambientales agudizadas en el sector eléctrico; un modelo simplificado para estimar y valorar los costos externos asociados con la producción de electricidad; el desarrollo de un sistema de indicadores de desarrollo energético sostenible; y la actualización de varios otros instrumentos analíticos de la energía-economía-medio ambiente. Se elaboraron también una serie de informes sobre las repercusiones de la competencia en la energía nucleoelectrica y la importancia de la energía nucleoelectrica para la protección ambiental y como medio de mitigar los gases de efecto invernadero. Se hizo hincapié también en el mejoramiento de las capacidades en los Estados Miembros mediante la difusión de las metodologías y a través de seminarios de información y capacitación. Finalmente, el Organismo intensificó su interacción con otras organizaciones internacionales que se encargan de cuestiones similares, dentro y fuera del sistema de las Naciones Unidas.

Gastos con cargo al  
Presupuesto Ordinario: \$ 2 492 653  
Gastos del Programa extrapresupuestario  
(no incluidos en el gráfico): \$ 204 455



1. Análisis de la demanda de energía, opciones de suministro e indicadores de desarrollo energético sostenible: \$ 677 843
2. Repercusiones y riesgos para la salud y el medio ambiente de los sistemas de energía: \$ 341 812
3. Papel de la energía nuclear en las estrategias energéticas sostenibles: \$ 1 003 279
4. Apoyo a los Estados Miembros: \$ 469 719

## **ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE ENERGÍA, OPCIONES DE SUMINISTRO E INDICADORES DE DESARROLLO ENERGÉTICO SOSTENIBLE**

Un buen análisis de los sistemas de energía y electricidad requiere datos e información fiables, instrumentos apropiados y límites analíticos bien definidos. Un análisis de esta índole debe reflejar también las tendencias actuales hacia liberalización de los mercados, limitaciones ambientales más estrictas, asignación competitiva de los escasos recursos financieros y la rápida evolución de las tecnologías. Para mejorar y apoyar la capacidad de los Estados Miembros de elaborar políticas

***“El desarrollo de los instrumentos de elaboración de modelos del Organismo durante los últimos diez años refleja la evolución de los mercados de electricidad y energía en el mundo entero.”***

ambientales y energéticas, decisiones en materia de inversión y estrategias de desarrollo energético sostenible e independientes, el Organismo suministra toda una gama de datos, información e instrumentos analíticos pertinentes.

Pese a la gran importancia que se da en todo el mundo al desarrollo sostenible, no existe todavía un conjunto amplio y explícito de parámetros para evaluar el progreso, o las necesidades, relacionadas con el desarrollo energético sostenible, o con el papel de la energía nucleoelectrica. Los indicadores del desarrollo energético sostenible (IDES) del Organismo están destinados a llenar ese vacío. En 2000 el conjunto total de 41 indicadores se ensayaron en el terreno en 15 países con respecto a la aplicabilidad y la conformidad de los datos. Esto ha dado lugar a peticiones de diversas organizaciones internacionales, incluidas la Agencia Internacional de la Energía, la UNESCO y la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas, de participar en la futura labor del Organismo en

esta esfera. Los resultados del proyecto se presentarán a la Comisión para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas para su consideración durante el noveno período de sesiones de la misma (UNCSD-9), y a la reunión de Río+10 en 2002.

## **REPERCUSIONES Y RIESGOS PARA LA SALUD Y EL MEDIO AMBIENTE DE LOS SISTEMAS DE ENERGÍA**

Un PCI que concluyó en 2000 compiló datos sobre los desechos procedentes de cadenas de combustible no nuclear (principalmente carbón y petróleo), y elaboró un enfoque internacional preferido para la comparación de los efectos para la salud y el medio ambiente de los desechos de las distintas cadenas de combustible. Concretamente, en la tercera reunión de coordinación de las investigaciones del PCI, celebrada en noviembre de 2000, se evaluaron varios métodos de comparación de riesgos (entre cadenas de combustibles nucleares y no nucleares) y se indicó un método preferido basado en comparaciones con las normas de reglamentación nacionales.

## **PAPEL DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN LAS ESTRATEGIAS ENERGÉTICAS SOSTENIBLES**

El desarrollo de los instrumentos de elaboración de modelos del Organismo durante los últimos diez años refleja la evolución de los mercados de electricidad y energía en el mundo entero. Los primeros trabajos de elaboración de modelos se adecuaban a la adopción de decisiones y planificación centralizada de los sistemas energéticos y eléctricos, es decir, a las compañías eléctricas nacionales con mercados y financiación garantizados. Lo que ahora se necesita son instrumentos que ayuden en la adopción de decisiones para elegir entre opciones de producción eléctrica en condiciones de competencia creciente, dependencia creciente de los mercados de capitales privados, mayor incertidumbre y limitaciones ambientales cada vez más estrictas.

Por lo tanto, el Organismo actualizó sus modelos establecidos de sistemas energéticos y eléctricos (WASP, FINPLAN, ENPEP y MAED) e introdujo otros dos modelos, MESSAGE (un nuevo modelo de ampliación del suministro de electricidad) y GTMAX, que estimula la explotación de un sistema eléctrico en un mercado de electricidad a corto plazo. Desarrolló también un paquete de elaboración de modelos simplificado, B-GLAD, para estimar y valorar los gastos externos asociados a la producción de electricidad. Este programa informático está concebido para ayudar a los encargados

**“... el Organismo ha tomado parte activamente en los debates sobre el cambio climático celebrados por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático ... y el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático ...”**

de adoptar decisiones a sopesar las repercusiones para la salud y el medio ambiente de las diferentes tecnologías de producción. El examen por homólogos y el ensayo sobre el terreno de B-GLAD está actualmente en su fase final, y dicho paquete estará listo para su difusión en 2001, momento en el cual los Estados Miembros dispondrán de la capacitación pertinente.

Para apoyar su capacitación, aplicaciones y labor en materia de elaboración de modelos, el Organismo introdujo un paquete de programas informáticos basados en la Web, *Business Collaborator* (BC), para la mayoría de sus actividades de evaluación comparativa con los Estados Miembros. BC ofrece una “oficina virtual” a la que los participantes pueden tener acceso para intercambiar y examinar documentos y para sostener conversaciones en un “espacio para charla” en tiempo real. Los programas informáticos han reducido considerablemente los gastos de viaje.

Con respecto al análisis ambiental, incluida la mitigación de los cambios climáticos, el Organismo se ha centrado en el apoyo al argumento a favor de mantener abierta la opción nuclear en diversas negociaciones internacionales

sobre definiciones, directrices y normas asociadas al desarrollo sostenible. Los beneficios de la energía nucleoelectrica en lo que respecta a la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero son indiscutibles (figura 1), y el Organismo ha tomado parte activamente en los debates sobre el cambio climático celebrados por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) y el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), proporcionando información de carácter general y análisis de las posibles contribuciones de la energía nucleoelectrica a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. La resolución GC(43)/RES/14 de la Conferencia General de 1999 pidió que el Organismo prestase ayuda a los Estados Miembros en desarrollo para examinar el papel de la energía nucleoelectrica para alcanzar el desarrollo sostenible y mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero a través del mecanismo para un desarrollo limpio (CDM). En respuesta se inició una investigación con los Estados Miembros para estimar el potencial de los proyectos

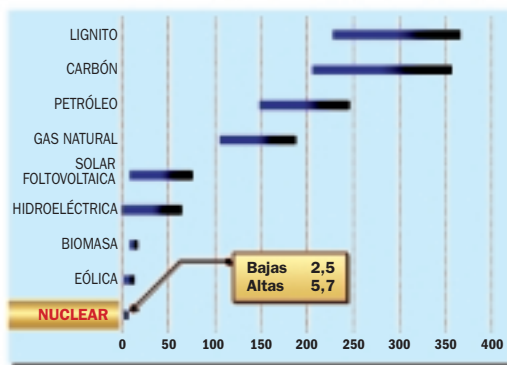


Figura 1. Gamas de las emisiones totales de gases de invernadero procedentes de diferentes cadenas de producción de electricidad, expresadas en gramos de carbono equivalente por kilovatio-hora de electricidad generada. Las gamas reflejan las diferencias en factores tales como las eficiencias de la conversión, las condiciones locales de las centrales, las necesidades de transporte de combustible, la supuesta mezcla de combustibles para las necesidades de electricidad en relación con la construcción de la central y el equipo de fabricación y los componentes del ciclo del combustible previos a la obtención del combustible refinado.

de energía nucleoelectrica en países que no figuran en el Anexo I (esencialmente los países en desarrollo) para satisfacer los compromisos de reducción de gases de efecto invernadero en los países en desarrollo, así como las necesidades de desarrollo sostenible, mediante el CDM del Protocolo de Kyoto. En cooperación con cinco Estados Miembros, el Organismo finalizó una serie de estudios de casos que indican que el CDM puede, en efecto, ayudar a promover el desarrollo nuclear en aquellos Estados Miembros que estén considerando la posibilidad de construir nuevas centrales, y que las posibles exclusiones de la energía nucleoelectrica del CDM obrarían en contra de los intereses de dichos programas de desarrollo nuclear.

Cuatro de estos estudios de casos (correspondientes a China, India, Pakistán y Viet Nam) se presentaron en la Conferencia General de 2000 en septiembre. En el caso de nueva capacidad, la opción de referencia de menor costo fue la producción de energía eléctrica a partir de carbón en todos los casos, excepto para emplazamientos indios que estén a más de 1 200 km de la mina de carbón más cercana. Para estos últimos emplazamientos, la energía nucleoelectrica fue la opción de menor costo. Con esa excepción, cada estudio de caso comparó su punto de referencia correspondiente al carbón con opciones que producen emisiones más bajas de gases de efecto invernadero. En todas las comparaciones, la energía nucleoelectrica demostró ser la opción de mitigación de los gases de invernadero de menor costo, con costos de mitigación (basados en costos de generación normalizados) que oscilan entre \$ 26 y \$ 57 por tonelada de carbono (t C), una gama que es considerablemente más baja que los costos de mitigación marginales estimados para dar cumplimiento al Protocolo de Kyoto.

El Organismo presentó luego los cinco estudios de casos en la Sexta Conferencia de las Partes (CoP-6) de la UNFCCC en noviembre de 2000. En el quinto estudio, centrado en la República de Corea, también se llegó a la conclusión de que la energía generada a partir del carbón sería la opción de referencia de menor costo, y de que la energía nucleoelectrica sería la opción de mitigación más eficaz

en función de los costos, con un costo de mitigación de los gases de invernadero ligeramente superior a \$ 4/t C. Estas presentaciones fueron especialmente importantes en relación con la propuesta de exclusión de la energía nucleoelectrica de dos de los mecanismos de flexibilidad, el CDM y la aplicación conjunta (JI). En una declaración dirigida a la reunión plenaria de la CoP-6, el Organismo también destacó las reducidas emisiones de gases de invernadero relacionadas con la energía nucleoelectrica (véase Figura. 1) y señaló que la exclusión de los mecanismos de flexibilidad de cualquier tecnología limita necesariamente la flexibilidad y, por consiguiente, posiblemente la eficacia en función de los costos. La presentación de los cinco estudios de casos ofreció a los participantes en la conferencia un argumento detallado contra la exclusión de la energía nucleoelectrica del CDM y representó los únicos pasos de sondeo hacia el aprovechamiento de las emisiones de gases de invernadero cercanas a cero de la energía nucleoelectrica en los mercados inminentes para las reducciones de los gases de invernadero.

Los próximos puntos de convergencia del debate sobre el desarrollo energético sostenible son la UNFCCC-9 en abril de 2001, la continuación de la CoP-6 en julio de 2001 y Río+10 en 2002. El Organismo ha facilitado documentos a la UNFCCC-9 y al Comité de Energía y Recursos Naturales para el Desarrollo (CENRD) que tratan del futuro de la energía nucleoelectrica dentro del contexto del desarrollo energético sostenible. El Presidente del CENRD pidió al Organismo que preparase un documento de debate sobre todas las cuestiones nucleares actuales, incluidas todas las opiniones y soluciones aplicables. Eso significó un proceso de consultas con numerosas partes interesadas, en el que se solicitó toda la gama de opiniones existentes sobre los hechos y cuestiones clave en torno a la energía nucleoelectrica. Estas opiniones se examinaron e incorporaron en el documento de debate final. El Organismo contribuyó también a la evaluación energética mundial (*World Energy Assessment*) organizada conjuntamente por el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, y el Consejo Mundial de Energía, y publicada en

septiembre. Este amplio estudio está concebido como un aporte adicional a la UNCSO y facilita los antecedentes fácticos generales necesarios para evaluar las opciones futuras de desarrollo energético sostenible.

Se inició un nuevo PCI con miras a cuantificar la contribución real de la energía nucleoelectrica hasta la fecha para mitigar la contaminación del aire, incluidos los gases de invernadero. También se proyecta hacia el futuro en lo referente a mejorar los instrumentos de evaluación de la mitigación, elaborar directrices metodológicas, y realizar estudios naciona-

***“Se inició un nuevo PCI con miras a cuantificar la contribución real de la energía nucleoelectrica hasta la fecha para mitigar la contaminación del aire, incluidos los gases de invernadero.”***

les para evaluar mejor el posible papel de las diferentes opciones energéticas, especialmente la energía nucleoelectrica, en las estrategias energéticas sostenibles. Todas estas contribuciones serán útiles para los Estados Miembros interesados en concebir y aplicar políticas de desarrollo sostenible. Actualmente el PCI incluye estudios nacionales relativos a Bulgaria, China, Eslovaquia, la Federación de Rusia, Hungría, Pakistán y Rumania. Si bien todos tienen la meta común de evaluar el papel de la energía nucleoelectrica para reducir las emisiones de gases de invernadero, cada uno refleja las condiciones específicas del país en cuanto a desarrollo económico, reglamentación del medio ambiente, compromisos internacionales para reducir los gases de invernadero, dotación de recursos energéticos, capacidades tecnológicas básicas, etc. Así, además de las conclusiones sobre el papel de la energía nucleoelectrica en diferentes países, estos estudios, en su conjunto, reunirán información valiosa sobre inventarios nacionales actualizados de gases de invernadero, políticas actuales y futuras en materia de desarrollo de la energía nucleoelectrica, y diversos escenarios (y costos) posibles de las reducciones de los gases de invernadero. Entre otras cosas, éstos suministrarán importante infor-

mación adicional fáctica y estadística para las contribuciones futuras del Organismo al debate sobre la mitigación de los gases de invernadero.

## **APOYO A LOS ESTADOS MIEMBROS**

Los resultados de los diversos análisis y estudios realizados por el Organismo sirven también como aporte para los talleres y cursos de capacitación nacionales, y para la labor con los distintos Estados Miembros destinada a mejorar sus capacidades analíticas en estas esferas. El apoyo a los Estados Miembros procura abordar cuestiones tales como: i) las repercusiones del calentamiento de la Tierra y el posible papel de la energía nucleoelectrica en las estrategias de mitigación; ii) la elaboración de estrategias energéticas sostenibles; y iii) la tendencia hacia una mayor competencia y privatización dentro del sector de la energía eléctrica, y las consecuencias para la energía nucleoelectrica.

El Organismo terminó en 2000 un PCI sobre el paquete de base de datos y elaboración de modelos DECADES. La finalidad de este proyecto fue mejorar las capacidades de los Estados Miembros, particularmente los países en desarrollo, para llevar a cabo evaluaciones comparativas de diferentes estrategias y opciones energéticas para la generación de electricidad en conformidad con los objetivos del desarrollo sostenible. Los estudios de casos nacionales revelaron que el cumplimiento de la reglamentación del medio ambiente tiene grandes repercusiones en la ampliación de los sistemas energéticos en cuanto a necesidades de inversión, gastos de explotación y cargas para el medio ambiente. Un análisis comparativo de las opciones de ampliación alternativas mostró que la magnitud de esas consecuencias depende en gran medida de las estrategias adoptadas para cumplir con la reglamentación. Algunos de los estudios de casos realizados en el marco del PCI indicaron que la utilización de la energía nucleoelectrica es parte integrante de la estrategia óptima para la expansión futura del sector eléctrico en una manera sostenible. El intercambio de información y experiencias entre los equipos

nacionales en el PCI también demostró ser valioso para mejorar los instrumentos de planificación energética del Organismo a fin de responder a las necesidades en evolución de los planificadores de sistemas de electricidad

en los países en desarrollo. La última versión de los instrumentos informáticos DECADES se facilitó a más de 45 Estados Miembros, conjuntamente con la capacitación necesaria en la utilización del paquete.

# AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Promover la seguridad alimentaria sostenible fomentando el desarrollo y transferencia de métodos nucleares y biotecnológicos conexos que brinden importantes oportunidades para intensificar la producción de cultivos y ganado, aumentar la biodiversidad y mejorar la calidad y seguridad de los alimentos.

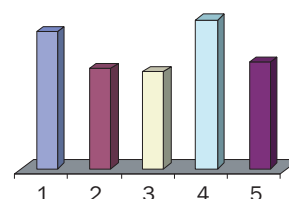
## PANORAMA GENERAL

El programa de agricultura y alimentación del Organismo, planificado y ejecutado conjuntamente con la FAO, ayudó a los Estados Miembros a fortalecer considerablemente su capacidad para integrar las técnicas nucleares en actividades nacionales y mundiales destinadas a superar algunas de las restricciones más importantes para la seguridad alimentaria sostenible. También se hizo todo lo posible por fomentar la conciencia entre las autoridades políticas y técnicas acerca del potencial que ofrece la tecnología nuclear para vencer estas restricciones. Ejemplos de las numerosas interacciones y asociaciones promovidas durante el pasado año son la decisión de los Jefes de Estado africanos de avanzar en el empleo de la técnica de los insectos estériles (TIE) contra la mosca tsetsé, la adopción por la Conferencia General de la OIE de un procedimiento de acreditación para laboratorios de diagnóstico de enfermedades de los animales, y la decisión de la Secretaría del Programa mundial para la erradicación de la peste bovina (GREP) de incluir al Organismo en el órgano técnico que certificará la erradicación mundial de la peste bovina.

La transferencia por el Organismo, en el marco de sus actividades de cooperación técnica, de las técnicas y estrategias elaboradas o validadas en investigaciones anteriores, propiciaron varios logros encaminados a resolver los problemas de seguridad alimentaria. Entre ellos figuran los adelantos hechos por muchos Estados Miembros en: la lucha contra la mosca de la fruta y la mejora del comercio gracias al empleo de la TIE; la erradicación de la peste bovina, el aumento de la producción pecuaria y de la generación de ingresos con la ayuda de las técnicas de inmunoanálisis; la implantación de mejores variedades de cultivo tratadas por irradiación y el incremento de la eficiencia de especies de árboles fijadores de nitrógeno para elevar la fertilidad del suelo y la producción de cultivos, las que fueron individualizadas mediante el uso de isótopos; y la adopción de la irradiación de alimentos para acrecentar la seguridad alimentaria y garantizar la sanidad vegetal. Por último, el Organismo avanzó en la búsqueda y definición de nuevas oportunidades para aprovechar las técnicas nucleares mediante la ejecución de investigaciones coordinadas. Además, se evaluaron críticamente importantes disparidades de conocimientos y nuevas aplicaciones antes de recomendarlas para su transferencia más generalizada. El uso de la radiación para tratar fangos de alcantarillado es un

Gastos con cargo al  
Presupuesto Ordinario: \$ 11 770 179  
(de los cuales \$ 2 216 108 son contribución de  
la FAO)

Gastos del Programa extrapresupuestario  
(no incluidos en el gráfico): \$ 713 361



1. Gestión de los suelos y del agua y fitonutrición: \$ 2 219 737
2. Fitotecnia y fitogenética: \$ 1 621 053
3. Producción y sanidad pecuarias: \$ 1 570 585
4. Lucha contra los insectos y las plagas: \$ 2 413 213
5. Protección de los alimentos y del medio ambiente: \$ 1 729 483

ejemplo; entre otros figuran el desarrollo de técnicas moleculares para ayudar a los fitogenetistas a seleccionar características agrónomicamente útiles en los cultivos; una técnica para diagnosticar la tripanosomiasis en el ganado; y mejores procedimientos para la cría en masa de la mosca de la fruta con miras a su utilización en proyectos de la TIE.

## **GESTIÓN DE LOS SUELOS Y DEL AGUA Y FITONUTRICIÓN**

Los isótopos están desempeñando un papel dinámico y creciente en la vigilancia y mejoramiento de la situación de los suelos con respecto a su contenido de agua y nutrientes, y por tanto, en la sostenibilidad del uso de los recursos naturales para la producción de cultivos. Ésta fue una de las principales conclusiones de un simposio de la FAO/OIEA sobre

***“Los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf validaron un método (Pi-strip) en que se utiliza un papel de filtro impregnado en óxido de hierro para estimar el fósforo del suelo de que disponen las plantas.”***

técnicas nucleares en la gestión integrada de fitonutrientes, recursos hídricos y suelos, que se celebró en Viena en octubre de 2000. Además de fomentar la conciencia entre las comunidades científica y de desarrollo internacionales acerca de los últimos adelantos en metodologías y enfoques, el simposio hizo notar en especial las importantes oportunidades de que se dispone en la actualidad para aumentar la sensibilidad y precisión de los métodos de determinación de isótopos estables y radiactivos mediante el empleo de mejores instrumentos. Se definieron nuevos métodos de marcado múltiple con isótopos estables que pueden seguir el ciclado de dos o más nutrientes al mismo tiempo, y que ilustran claramente la interdependencia entre los flujos de los nutrientes y el carbono.

Las sociedades urbanas se enfrentan al problema cada vez mayor que plantea la gestión de desechos. Las plantas modernas de tratamiento de aguas residuales producen grandes volúmenes de fangos que constituyen un riesgo de salud pública dada la presencia de organismos patógenos. Un PCI y un conjunto de actividades de cooperación técnica apoyaron los esfuerzos nacionales e internacionales destinados a precisar las estrategias necesarias para abordar este problema y demostrar la utilidad de los fangos para mejorar la fertilidad del suelo y la producción de cultivos. El PCI llegó a la conclusión de que los fangos irradiados con rayos gamma no sólo estaban libres de organismos patógenos, sino que constituían una fuente valiosa de fitonutrientes, elevando varias veces el rendimiento de los cultivos y aportando hasta el 50% de sus necesidades de nitrógeno y fósforo. Asimismo, al aumentar la retención del agua y disminuir la compactación del suelo, este fango constituía un valioso agente de acondicionamiento del suelo. Un aspecto interesante y contrario a la creencia general es el hecho de que los fangos de las zonas urbanas suelen tener bajas concentraciones de metales pesados. No obstante, el PCI recomendó la vigilancia de las concentraciones de estos metales en los suelos y plantas, y la necesidad de adherirse a directrices sobre su evacuación y a los límites de carga prescritos en los casos de uso reiterado de fangos en tierras agrícolas.

La deficiencia de fósforo es un importante obstáculo a la producción agrícola en muchos países con suelos ácidos. El empleo de una prueba de suelos rápida y sencilla para diagnosticar la deficiencia de fósforo en campos agrícolas es, por tanto, una primera medida indispensable para afrontar el problema. Los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf validaron un método (Pi-strip) en que se utiliza un papel de filtro impregnado en óxido de hierro para estimar el fósforo del suelo de que disponen las plantas. Los resultados indicaron una estrecha correlación entre el método Pi-strip y el método de referencia normal basado en la cinética del intercambio isotópico y, por tanto, con la absorción de fósforo por las plantas. La disponibilidad de este método económico y fácil de utilizar acrecienta las oportunidades con que cuentan los



países para diagnosticar la deficiencia de fósforo y mejorar sus efectos aplicando fertilizantes fosfatados de producción nacional.

La sobreexplotación de la vegetación natural y los recursos del suelo en muchos países ha provocado una degradación generalizada de la tierra, la pérdida de productividad de los cultivos y el deterioro de la seguridad alimentaria. En un proyecto de cooperación técnica regional que finalizó en 2000, nueve países de la región de Asia oriental y el Pacífico participaron en las actividades encaminadas a solucionar este problema mediante sistemas de agro-silvicultura (es decir, el uso de árboles fijadores de nitrógeno). Los participantes individualizaron especies adaptadas localmente con grandes posibilidades de fijación del nitrógeno utilizando métodos isotópicos. Por ejemplo, cuando se introdujo la *Gliricidia sepium* como árbol de sombra en las plantaciones de café de Sri Lanka y se utilizó la poda como cubierta orgánica en la superficie del suelo, el rendimiento de las bayas aumentó más de cinco veces. Por lo general, la introducción de árboles en sistemas de cultivo aceleró el crecimiento de los árboles, aumentó la tolerancia a la sequía y la acidez del suelo, y redujo la erosión del suelo en los terrenos pendientes. Las demostraciones en granjas de los beneficios de la agro-silvicultura, es decir, mejor conservación de los recursos naturales y producción más sostenible de cultivos comerciales y maderas valiosas, proporcionaron incentivos tangibles a los agricultores para integrar los árboles de leguminosas en sus sistemas de cultivo.

## **FITOTECNIA Y FITOGENÉTICA**

Los marcadores moleculares están desempeñando un papel cada vez más importante en la caracterización genética, la fitotecnia y la mejora de muchos cultivos. También han ampliado considerablemente la capacidad para evaluar la biodiversidad y conocer la estructura, evolución e interacción de las plantas con el medio ambiente. Por intermedio de un PCI concluido en 2000, se distribuyeron gradualmente más de 12 000 sondas de hibridación (tanto radiactivas como no radiactivas),

2 800 pares de iniciadores de síntesis de microsatélite, y 2 000 iniciadores de síntesis para identificación con objeto de facilitar la transferencia de la tecnología de marcadores moleculares a los países en desarrollo. Además, se facilitó información sobre protocolos que describen los mejores métodos de aplicación y sobre recursos de tecnología informática, búsqueda de fallos y acceso a materiales de referencia. Los participantes en el PCI realizaron importantes progresos en el desarrollo y aplicación de marcadores de ADN basados en la amplificación, así como en la implantación de sólidos métodos de diseño experimental de uso muy difundido en las industrias electrónica y automotriz para optimizar los protocolos experimentales de marcadores de ADN y conservar los recursos para el análisis de las plantas y sus patógenos. También utilizaron estos materiales y técnicas a efectos de elaborar mapas moleculares para el mijo perla, el arroz, la cebada, el trigo, el sorgo y el maíz y para detectar micosis en el banano, el plátano, el ñame y el garbanzo.

La palma datilera desempeña un importante papel en la seguridad alimentaria y en el mantenimiento de los ecosistemas de los países de África septentrional. Sin embargo, la producción de dátiles y la generación de ingresos derivada de estos árboles se ven gravemente amenazadas por la enfermedad de "Bayoud", que en Marruecos y Argelia ya ha aniquilado más de 15 millones de árboles. En un proyecto de cooperación técnica destinado a determinar nuevas estrategias de lucha contra esta enfermedad se utilizaron radiaciones gamma de dosis baja para incrementar la formación de embriones somáticos, permitiendo de este modo la rápida multiplicación de la palma datilera. Entre otros adelantos se cuenta el aislamiento de la toxina producida por el hongo y la definición de siete iniciadores de síntesis de marcadores moleculares asociados a la resistencia o tolerancia a la enfermedad, los que ahora facilitan la selección de árboles resistentes a la enfermedad para su ulterior comprobación sobre el terreno.

El uso constante de las mutaciones radio-inducidas se hizo evidente en la información suministrada por los Estados Miembros a la base e datos de la FAO/OIEA sobre variedades

mutantes. En 2000 el número de variedades mutantes oficialmente distribuidas ascendió a 2 252, o sea, un aumento de 291 en relación con el año anterior, que comprendió 163 especies difundidas en más de 62 países. Para cuantificar mejor el impacto de algunas de estas variedades, el Organismo inició una serie de misiones de indagación en países

***“El uso constante de las mutaciones radioinducidas se hizo evidente en la información suministrada por los Estados Miembros a la base e datos de la FAO/OIEA sobre variedades mutantes.”***

seleccionados. La variedad mutante “TNDB100”, desarrollada a partir de una variedad tradicional después del tratamiento por irradiación y distribuida oficialmente en Viet Nam en 1997, ahora cubre más de 200 000 hectáreas (ha) en el delta del Mekong. Su rápida aceptación por los agricultores obedece a su alto rendimiento (6 a 8 t/ha) y a la calidad del grano, pese a condiciones de acidez del suelo y pocos insumos, y también a su pronta maduración, que permite realizar dos o tres cultivos al año. La India brinda otro ejemplo. Aquí, la variedad mutante de garbanzo negro TAU-lof se cultiva en más de 500 000 ha, que abarcan el 95% de la superficie del Estado de Maharashtra. El aumento del área cultivada y el rendimiento alcanzado ha aportado el equivalente de 64,7 millones de dólares anuales a la economía de la región.

La reducción del costo de la tecnología para la mejora de los cultivos resulta fundamental para los países en desarrollo. Los estudios llevados a cabo en 2000 en los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf demostraron que la luz diurna natural filtrada a través de claraboyas tubulares podría reemplazar la luz artificial y reducir notablemente los costos de los métodos de cultivo in vitro utilizados para la propagación en gran escala de las plantas de cultivo. Se desarrolló un sistema prototipo para atrapar la luz natural y eliminar la necesidad de electricidad, el que será de gran provecho para reducir el costo de la

micropropagación en los países en desarrollo. Con el empleo de ADN polimórficos amplificados al azar, los Laboratorios del Organismo también individualizaron cuatro iniciadores de síntesis asociados con fragmentos específicos de ADN de variedades de arroz tolerantes a la sal, pero no con los derivados de variedades susceptibles a la sal. Estos iniciadores de síntesis pueden utilizarse ahora para ayudar a los muchos Estados Miembros que se ven afectados por la salinidad del suelo a seleccionar mutantes tolerantes a condiciones salinas.

**PRODUCCIÓN Y  
SANIDAD PECUARIAS**

En estrecha colaboración con la Oficina Inter-africana de Recursos Animales (IBAR), la FAO, la Unión Europea, el Organismo Sueco de Desarrollo Internacional y otros donantes, el Organismo ha continuado desempeñando su función catalizadora y armonizando las actividades internacionales y nacionales para el desarrollo de pruebas de inmunoanálisis destinadas a supervisar la erradicación de la peste bovina en el ganado de África. Los resultados de un PCI revelaron los enormes progresos realizados en la erradicación de esta infección viral mortal en la región y destacaron la contribución fundamental que hacen a este fin las tecnologías y estrategias de la FAO/OIEA y sus actividades de apoyo al fortalecimiento de la capacidad institucional. Cuando el Organismo se enroló en este empeño, 14 países africanos sufrían de la infección y más de un millón de cabezas de ganado morían cada año. Hoy sólo pequeñas zonas de Somalia y el sur del Sudán permanecen infectadas y todos los países de la región utilizan ahora pruebas de vigilancia y supervisión de sueros normalizadas y validadas internacionalmente, y respaldadas por programas de garantía de calidad e indicadores definidos de ejecución de la vigilancia controlados por los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf.

Igualmente nefasta para la producción pecuaria y la seguridad alimentaria en África es la tripanosomiasis. Este año culminó un PCI, financiado por los Países Bajos, que dio por resultado el desarrollo, normalización y validación internacional con éxito de una prueba

de inmunoanálisis para detectar con fiabilidad el parásito causante de la enfermedad en rebaños de ganado. Este análisis, que ya se emplea en la isla de Zanzíbar (República Unida de Tanzania) para confirmar la erradicación de la mosca tsetsé y en Etiopía para obtener datos de referencia con el fin de evaluar los resultados de la campaña de erradicación de la mosca tsetsé en el valle del Rift meridional, cobrará creciente importancia junto con las capacidades nacionales establecidas para utilizarlo con fiabilidad a medida que se intensifiquen los esfuerzos por eliminar la enfermedad y sus vectores en la región.

Utilizando los conocimientos y la experiencia obtenidos en el desarrollo y transferencia de la tecnología del inmunoanálisis a los laboratorios nacionales para el diagnóstico y vigilancia de enfermedades de los animales, el Organismo ayudó a la OIE (Organización Internacional de Epizootias) a elaborar un mecanismo de acreditación genérica de laboratorios vete-

***“... el Organismo ayudó a la OIE ... a elaborar un mecanismo de acreditación genérica de laboratorios veterinarios para facilitar el comercio internacional de ganado y productos pecuarios.”***

rinarios para facilitar el comercio internacional de ganado y productos pecuarios. Este mecanismo basado en una interpretación de la norma internacional ISO 17025, fue aprobado por los 154 Estados miembros de la OIE en su Conferencia General anual celebrada en mayo de 2000. Vinculado al programa externo de garantía de calidad administrado desde los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf, el mecanismo sirve de medio a los laboratorios veterinarios nacionales para lograr la acreditación internacional y ajustarse a las normas de la Organización Mundial del Comercio establecidas para los ensayos de laboratorio relacionados con el comercio.

Otra traba importante a la producción pecuaria en la mayoría de los países en desarrollo es el suministro insuficiente de piensos. Basán-

dose en el éxito de PCI anteriores que precisaron la capacidad de las estrategias de uso de complementos alimenticios para superar este problema, dos proyectos regionales de cooperación técnica en Asia y África abordaron la cuestión a escala más amplia. Los exámenes de ambos proyectos confirmaron que los recursos y estrategias de alimentación individualizados mediante los PCI permitieron utilizar mejor los piensos de baja calidad para la alimentación de rumiantes en todos los Estados Miembros participantes, y que uno de los complementos elaborados, el bloque de urea/melaza/multinutrientes (UMMB), resultó ser particularmente valioso tanto para los agricultores pequeños como para los que producen a escala semiindustrial. En Asia, por ejemplo, los 6 200 agricultores asociados al proyecto en 2000 emplearon más de 1,6 millones de kg de UMMB para la alimentación de más de 25 000 reses, búfalos, yaks y cabras. Además de estimular la producción de ganado, el proyecto generó empleos e ingresos, particularmente para las mujeres rurales. De importancia fundamental para este éxito fueron los esfuerzos que realizaron los Estados Miembros y el Organismo por igual con el fin de fortalecer y ampliar modalidades y vínculos para la divulgación de la tecnología entre los institutos cooperantes, los organismos pecuarios nacionales, las organizaciones de agricultores y las organizaciones no gubernamentales. Se llevaron a cabo más de 145 actividades nacionales de capacitación para personal de divulgación sobre el terreno y agricultores, que comprendieron más de 5 000 días-persona de capacitación. Por conducto de los medios de comunicación se realizaron también exposiciones, demostraciones, la publicación de folletos en idiomas locales y programas de enseñanza. Algunos Estados Miembros establecieron mecanismos de microfinanciación mediante fondos rotatorios para grupos de agricultores, mientras que en otros Estados empresas comerciales asumieron la producción de UMMB.

## **LUCHA CONTRA LOS INSECTOS Y LAS PLAGAS**

Luego de la erradicación eficaz de la mosca tsetsé en la isla de Zanzíbar (República Unida

de Tanzania), la técnica de los insectos estériles (TIE) siguió gozando de creciente reconocimiento entre los Estados Miembros durante el año pasado. En respuesta al problema cada vez más grave de la tripanosomiasis africana, enfermedad del ganado provocada por la mosca tsetsé, 12 países afectados crearon el “Foro panafricano de la TIE” bajo los auspicios de la OUA para la elaboración y aplicación de programas de la TIE a nivel de zona con miras a la erradicación de la mosca tsetsé. Posteriormente, los Jefes de Estados y Gobiernos afri-

***“... la técnica de los insectos estériles (TIE) siguió gozando de creciente reconocimiento entre los Estados Miembros durante el año pasado.”***

canos adoptaron una “Decisión sobre la propuesta para la erradicación de la mosca tsetsé en el continente africano” en su 36ª reunión cumbre celebrada en Togo. Como resultado de ello, se están adoptando disposiciones para iniciar una campaña panafricana de erradicación de la mosca tsetsé y la tripanosomiasis.

Entre otros adelantos alcanzados en la erradicación de la mosca tsetsé figura la creación en los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf de un nuevo sistema de alimentación y mantenimiento, que permite suministrar a grandes cantidades de moscas tsetsé la ingesta necesaria de sangre y recolectar eficientemente las pupas. También se elaboró y evaluó un protocolo para el mantenimiento en jaulas sobre el terreno de machos estériles con objeto de evaluar su calidad, lo que contribuirá en gran medida a aumentar la eficacia de los programas sobre el terreno de la TIE en África. También se elaboró un protocolo práctico y exacto para la producción de todas las pupas de machos de la mosca tsetsé, que elimina dos procesos sumamente lentos que tuvieron que aplicarse durante el programa de erradicación en Zanzíbar. En su conjunto, estos adelantos reducirán considerablemente el costo y elevarán la calidad de las moscas tsetsé producidas en masa.

La mosca mediterránea de la fruta (moscamed) es otra plaga de insectos que causa cuantiosos daños económicos. En Sudáfrica, un proyecto piloto de cooperación técnica sobre la TIE demostró la utilización eficaz en función de los costos de esta tecnología inocua para el medio ambiente destinada al control más que a la erradicación. Mediante la sustitución de los insecticidas por sueltas aéreas de moscas estériles, las poblaciones de moscamed fueron suprimidas durante el año 2000 en el valle del río Hex, importante zona exportadora de uva de mesa. Como resultado directo se logró reducir en un 60% la tasa de rechazo de las uvas de mesa de este valle por los inspectores de los países importadores, lo que representa un aumento sustancial de ingresos para la industria frutícola local.

El proyecto de cooperación técnica transnacional de lucha contra la moscamed mediante la TIE entre Israel, Jordania y la Autoridad Palestina continuó registrando progresos como resultado de la supresión eficaz de la plaga en la región de Arava y el valle del bajo Jordán. Este esfuerzo permitió exportar hortalizas a países libres de la moscamed sin restricciones de cuarentena por valor de 5 millones de dólares. Atendiendo a los resultados prometedores de la primera fase, el proyecto fue ampliado con la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y con el apoyo de los Estados Unidos a un proyecto marcado con la nota *a/* para abarcar otras regiones, incluidos Gaza y el Negev occidental de Israel. Asimismo, se están incluyendo zonas productoras de frutas de Egipto oriental para ampliar la zona de suelta de moscas estériles.

En otro proyecto de cooperación técnica de la TIE para la lucha contra la moscamed que se ejecuta en la isla portuguesa de Madeira, la instalación de cría en masa y esterilización de la moscamed construida con contribuciones financieras de la Unión Europea comenzó a producir una cepa de sexaje genético desarrollada por la FAO/OIEA. Las sueltas de machos estériles centradas en la zona septentrional de Madeira y la isla vecina de Porto Santo redujeron los niveles de infestación de las frutas. Esto llevó a la decisión de realizar un estudio de viabilidad sobre la ampliación de la aplicación

de la tecnología de la TIE a importantes zonas de producción de cítricos de Valencia (España) y otras importantes zonas productoras de frutas de la cuenca del Mediterráneo.

La mayoría de las instalaciones de cría en masa de la mosca de la fruta del mundo se están transformando para adoptar la tecnología más avanzada de producción de machos únicamente mediante el empleo de las cepas de sexaje genético desarrolladas por los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf. Actualmente, las fábricas de Argentina, Chile, Guatemala y Portugal ya producen con este sistema, y las fábricas de Australia, Estados Unidos, México y Perú se están preparando para su implantación. La instalación ampliada de El Pino, en Guatemala, alcanzó niveles de producción en 2000 superiores a 800 millones semanales de machos estériles de moscamed, la mayor producción de cepas de machos de moscamed en el mundo, y los machos estériles producidos en esta instalación se están utilizando para los programas de lucha contra la moscamed en Estados Unidos, Guatemala, Israel, Jordania, México y Sudáfrica mediante la TIE.

Los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf lograron nuevos adelantos técnicos y logísticos en relación con las cepas de sexaje genético para la moscamed. La estabilidad de la cepa fue mejorada mediante la introducción de inversiones cromosómicas y un procedimiento creado para el transporte de huevos entre instalaciones de cría que podría repercutir favorablemente en la futura comercialización de la TIE.

Como parte de la estrategia destinada a divulgar la posibilidad de utilizar la TIE para el control de las plagas de insectos de manera eficaz en función de los costos, se produjo un vídeo titulado *The Sterile Insect Technique: An Environment-Friendly Method of Insect Pest Suppression and Eradication* en el marco de un proyecto interregional de cooperación técnica. El vídeo fue distribuido a departamentos de entomología y ecología de universidades, institutos de investigación para el control de plagas y organizaciones de protección de animales y plantas de todo el mundo.

## PROTECCIÓN DE LOS ALIMENTOS Y DEL MEDIO AMBIENTE

El aumento de los conocimientos de la industria y los consumidores en relación con los aspectos de la irradiación de alimentos y sus beneficios es fundamental para estimular la aceptación y adopción de la tecnología. En un taller de información pública organizado por el Organismo y la FAO para los países participantes en el ACR se abordaron las preocupaciones del público acerca de la seguridad alimentaria y los beneficios de la irradiación de alimentos como medida sanitaria y fito-

**“El aumento de los conocimientos de la industria y los consumidores en relación con los aspectos de la irradiación de alimentos y sus beneficios es fundamental para estimular la aceptación y adopción de la tecnología.”**

sanitaria. Esta actividad dio por resultado el establecimiento de una red para los medios de comunicación — *INFORM (Red para los medios de comunicación en lo referente a la irradiación)* — a los efectos de fomentar la sensibilización del público.

El aumento de las oportunidades de comercialización de los frutos, hortalizas y otros productos hortícolas irradiados exige que los Estados Miembros cumplan los requisitos de cuarentena relacionados con el comercio internacional. Para facilitar esto, un taller de la FAO/OIEA en que participaron funcionarios superiores de control de alimentos y cuarentena fitosanitaria procedentes de países miembros del ACR certificaron la irradiación como tratamiento sanitario y fitosanitario para los productos alimenticios y agrícolas. Ello destacó la importancia de adoptar un enfoque sistemático con respecto a la certificación de alimentos destinados al comercio internacional.

Está previsto que el proyecto de certificado acompañe a los alimentos irradiados y

simplifique las formalidades de inspección en los países importadores. En otro taller se elaboraron directrices en el formato prescrito en la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria para utilizar la irradiación como tratamiento fitosanitario de los alimentos. El objetivo es contar con una norma internacional. Conjuntamente con estas actividades, se estableció un poderoso sistema de información en Internet denominado *IDIDAS (Base de datos internacional sobre desinfestación y esterilización de insectos)* para mantener actualizados a la industria, los reguladores estatales y otros órganos competentes sobre las dosis de radiación utilizadas en la lucha contra plagas de insectos y ácaros.

La presencia de residuos de plaguicidas en cantidades excesivas puede bloquear las importaciones, y representa un obstáculo para el comercio internacional de alimentos. Para hacer frente a este problema, en los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf se celebró un curso de capacitación sobre procedimientos de garantía y control de calidad para el análisis de alimentos con el fin de determinar la presencia de residuos de plaguicidas. Los participantes recibieron capacitación en las técnicas y documentación requeridas para aplicar los programas de vigilancia alimentaria y en la garantía de calidad analítica necesaria para cumplir los límites máximos de residuos del Codex.

# SANIDAD HUMANA

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

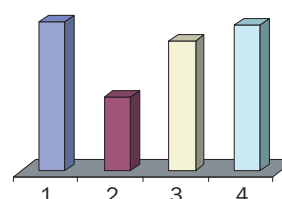
Aumentar las capacidades de los Estados Miembros en desarrollo para hacer frente a las necesidades relacionadas con la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de problemas sanitarios mediante la elaboración y aplicación de técnicas nucleares.

## PANORAMA GENERAL

El principal centro de atención del programa fue el desarrollo de los servicios médicos para la prevención de la malnutrición, la detección de los niveles de contaminación que afectan al ser humano, el diagnóstico y control del cáncer, y los trastornos nutricionales, infecciosos y genéticos.

En medicina nuclear se hizo hincapié en la utilización de fuentes radiactivas abiertas, que han sido ampliamente reconocidas en la práctica clínica como instrumentos indispensables para el diagnóstico y control de un gran número de enfermedades benignas y malignas. Las técnicas de radioterapia para el tratamiento del cáncer se hicieron más accesibles a un mayor número de Estados Miembros. Si bien muchos Estados tienen la posibilidad de garantizar la debida exactitud en los procedimientos de tratamiento, un gran grupo (en especial los que no son miembros de la Convención del Metro) aún carecen de acceso a patrones de dosimetría trazables, o no disponen de otros medios excepto el Organismo para verificar la calidad de las mediciones de radiación. Para estos Estados Miembros, el Organismo sigue siendo la única organización que responde a estas necesidades mediante su programa de dosimetría. En la esfera de los estudios sobre la nutrición y el medio ambiente, se utilizaron técnicas nucleares y conexas para mejorar materiales de referencia para el estudio de la composición corporal de diversos elementos y micronutrientes de habitantes de Asia (“proyecto de hombre de referencia asiático”).

Gastos con cargo al  
Presupuesto Ordinario: \$ 5 470 525  
Gastos del Programa extrapresupuestario  
(no incluidos en el gráfico): \$ 106 655



1. Medicina nuclear: \$ 1 639 432
2. Radiobiología y radioterapia aplicadas: \$ 811 609
3. Dosimetría y radiofísica médica: \$ 1 420 455
4. Estudios del medio ambiente relacionados con la nutrición y la salud: \$ 1 599 029

## MEDICINA NUCLEAR

En distintos PCI se abordaron tres graves problemas clínicos. Uno examinó el papel de la escintigrafía ósea por tomografía computarizada de emisión de fotones simples (SPECT ósea) en casos de dolor dorsal crónico. Los análisis de los resultados obtenidos en 400 pacientes seleccionados revelaron que la SPECT ósea puede dar información valiosa para el diagnóstico precoz de la artropatía de la columna vertebral, causa común y tratable del dolor dorsal crónico. Otro estudio evaluó

***“En el marco de diversos proyectos de cooperación técnica nacionales y regionales, se transfirieron varias técnicas nuevas de medicina nuclear in vivo e in vitro a Estados Miembros en desarrollo.”***

en 310 niños la correlación entre la infección recurrente del tracto urinario (pielonefritis aguda) y las cicatrices renales (diagnosticadas mediante escintigrafía renal con ácido dimercaptosuccínico). Los resultados mostraron una marcada correlación entre las infecciones del tracto urinario y la pielonefritis aguda. Se observó también que una terapia temprana y eficaz con antibióticos puede propiciar la resolución total de las lesiones corticales agudas en los riñones y la reducción de la incidencia de secuelas tardías (cicatrices). El tercer estudio, realizado en pacientes con bultos palpables en los senos (escintimamografía) indicó gran sensibilidad y especificidad para el diagnóstico correcto de lesiones malignas. Confirmó la utilidad de la escintimamografía como un método complementario de la mamografía de rayos X convencional en el diagnóstico y control de pacientes con cáncer de mama.

En 2000, el Organismo inició su primer PCI temático titulado “Control del cáncer de hígado mediante métodos a base de radionucleidos con especial hincapié en la terapia con radionucleidos transarterial y la dosimetría interna”. Éste es el primero de una serie de PCI que se vincularán con la enseñanza

médica de posgrado impartida en universidades de los Estados Miembros en desarrollo. Por primera vez el PCI tendrá igual número de titulares de contratos de investigación y de acuerdos de investigación que trabajarán en pares. Cada par supervisará a un estudiante posgraduado en los trabajos de investigación que realice para obtener una licenciatura o doctorado de una universidad local o nacional.

En el marco de diversos proyectos de cooperación técnica nacionales y regionales, se transfirieron varias técnicas nuevas de medicina nuclear in vivo e in vitro a Estados Miembros en desarrollo. Por ejemplo, a través de dos proyectos regionales, se introdujeron en muchos países de África y la América Latina métodos de biología molecular para la detección de casos de malaria, tuberculosis y mal de Chagas resistentes a los medicamentos. El Organismo suministró apoyo técnico a un creciente número de Estados Miembros para reforzar sus capacidades en el radioinmunoanálisis de marcadores tisulares para cáncer mamario, hepatitis C, marcadores de tumores y microalbúminas, y en la metodología de examen de detección neonatal. Otros proyectos de cooperación técnica suministraron cámaras gamma, sistemas de SPECT y sondas quirúrgicas gamma a Estados Miembros en desarrollo. Los servicios de medicina nuclear in vivo de estos países se mejoraron gracias a la transferencia de métodos basados en radionucleidos para el control de la enfermedad de la arteria coronaria, el cáncer de hígado, el cáncer de tiroides, las infecciones bacterianas y las enfermedades infantiles. En un esfuerzo por normalizar la práctica clínica, el Organismo finalizó los protocolos de diversos procedimientos nefrourológicos nucleares para su aplicación uniforme en la región de la América Latina mediante un proyecto regional ARCAL.

## RADIOBIOLOGÍA Y RADIOTERAPIA APLICADAS

En un PCI que concluyó en 2000 se evaluaron varios protocolos de tratamiento clínico dirigidos a optimizar la utilización de los recursos clínicos para la radioterapia del cáncer. Uno de estos protocolos, relativo a la paliación de la



disfagia en el cáncer de esófago, demostró ser particularmente fructífero. En él se evaluaron 232 pacientes tratados con un número limitado de inserciones intralumenales (dos o tres) de una fuente de radiación hechas en el esófago en el plazo de una semana (en contraste con las cuatro semanas o más de radiación externa). El protocolo tuvo de inmediato amplia aceptación y actualmente se está promoviendo en los Estados Miembros en los que este tipo de cáncer constituye un problema clínico de gran importancia.

En otro PCI relativo a un protocolo sobre irradiación hemicorporal para el dolor óseo metastásico generalizado resultante de diversos cánceres (por ejemplo, de próstata y pulmón), 72 pacientes fueron sometidos a un examen aleatorio, recibiendo entre dos fracciones de dosis de tratamiento por irradiación en un día, cuatro fracciones en dos días y cinco fracciones en cinco días respectivamente. Las conclusiones del estudio en cuanto a la selección de pacientes para estos regímenes fue que los pacientes con cáncer de próstata, en particular, parecen responder mejor al régimen de fraccionamiento prolongado. No obstante, en el caso de los cánceres primarios de mama o pulmón, los regímenes de fraccionamiento más cortos pueden utilizarse con buenas respuestas.

El papel de la radioterapia en los pacientes de SIDA que padecen de cáncer es un tema de gran importancia en el África subsahariana, donde la positividad al VIH puede llegar el 35% en algunos grupos de población. En muchos cánceres la enfermedad va acompañada también de un aumento superior al quíntuplo. Un grupo de expertos encargado de examinar esta cuestión preparó un documento de directrices para la adopción de decisiones (incluida la opción de no administrar ningún tipo de tratamiento) en la gestión de la radioterapia de pacientes de cáncer infectados por el VIH que tienen una esperanza de vida limitada atribuible al SIDA.

Los proyectos de cooperación técnica en radioterapia se han venido orientando cada vez más al suministro de todo el “paquete” de tecnología — equipo, dosimetría, capacitación, protección y puesta en servicio — necesario para

prestar servicios de radioterapia coherentes. Otro proyecto de cooperación técnica se centra en la gestión del control del cáncer. Esta labor se realiza conjuntamente con el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC), que proporciona apoyo para el mantenimiento de registros de cáncer en los países en que el Organismo está mejorando las instalaciones de tratamiento. Estos registros son útiles para evaluar las necesidades actuales de los Estados Miembros y determinar el impacto del programa nacional de control del cáncer, incluido el efecto de la tecnología de radioterapia suministrada.

## **DOSIMETRÍA Y RADIOFÍSICA MÉDICA**

En 2000 aumentaron considerablemente las actividades en apoyo de la dosimetría por rayos X. Éste es uno de los resultados de una encuesta del Organismo, que indicó la falta de

***“Los proyectos de cooperación técnica en radioterapia se han venido orientando cada vez más al suministro de todo el “paquete” de tecnología ...”***

normalización de los métodos de calibración aplicados en los laboratorios secundarios de calibración dosimétrica (LSCD) para determinar las calidades de radiación en radiodiagnóstico. Después de la encuesta, un gran número de LSCD han solicitado orientación para el establecimiento de instalaciones de calibración en dosimetría de rayos X. La capacidad de los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf en materia de mamografía se aumentó, conjuntamente con la calibración de instrumentos para determinar las calidades de radiación en radiodiagnóstico. El patrón de mamografía del Organismo fue calibrado, y se puso un servicio de calibración a la disposición de los LSCD. Con respecto al radiodiagnóstico en general, en los Laboratorios del Organismo se estableció un sistema experimental utilizado para analizar los espectros de rayos X.

Además, se inició un PCI para la elaboración de un código de práctica para la dosimetría de rayos X de diagnóstico. Asimismo, se terminó un nuevo código de práctica elaborado para dosimetría de radioterapia basada en patrones de dosis absorbida en agua.

La red de LSCD del OIEA/OMS consta actualmente de 73 laboratorios en 61 Estados Miembros (más de la mitad de los cuales son países en desarrollo) y 20 miembros afiliados (organizaciones internacionales y laboratorios

***“El Organismo contribuyó a un estudio cooperativo internacional sobre el riesgo de cáncer entre los trabajadores expuestos a la radiación ...”***

primarios de calibración dosimétrica). En 2000, se sumaron a la red tres nuevos LSCD: en Etiopía, en Grecia y un segundo laboratorio de calibración en Alemania. La cooperación y colaboración entre las organizaciones de metrología es fundamental para asegurar la normalización de las mediciones. Tras la firma por el Organismo en octubre de 1999 del “Acuerdo de reconocimiento mutuo de los patrones nacionales de medición y de los certificados de calibración y medición expedidos por los institutos nacionales de metrología” (el “Acuerdo de reconocimiento mutuo”, o ARM) para la red de LSCD, se llevó a cabo una intercomparación de patrones de medición con la SIM, la organización regional de metrología para el continente americano. Para 2001 se prevé una intercomparación con EUROMET, el órgano de metrología europeo.

En el Organismo se calibró para los Estados Miembros un total de 56 patrones nacionales y cámaras de ionización de referencia: aproximadamente el 85% de las calibraciones estuvieron asociadas a la radioterapia (incluida la braquiterapia) y el 15% a la protección radiológica. Se organizaron también auditorías e

intercomparaciones de calidad de dosis para que los LSCD verificaran la trazabilidad de sus mediciones y supervisaran su comportamiento. Diecisiete LSCD participaron en la intercomparación de los factores de calibración de las cámaras de ionización de radioterapia y 30 en la auditoría de dosímetros termoluminiscentes (DTL) para dosimetría desde el punto de vista de la protección radiológica. En la auditoría de los DTL para radioterapia se hizo la vigilancia de 96 haces de radiación de unidades de cobalto 60 y aceleradores clínicos utilizados en laboratorios, o supervisados por LSCD.

El Organismo contribuyó a un estudio cooperativo internacional sobre el riesgo de cáncer entre los trabajadores expuestos a la radiación que efectuó el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC) en Lyon. El objetivo del estudio fue evaluar los efectos carcinógenos en las personas de las exposiciones a radiaciones de baja actividad y largo período y comprobar la idoneidad de las recomendaciones actuales en materia de protección radiológica. También se llevó a cabo un amplio conjunto de experimentos en los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf para evaluar la respuesta de los dosímetros personales a energías y geometrías similares a las existentes en condiciones de trabajo. El estudio entrañó la irradiación de unos 650 dosímetros.

El servicio postal de verificación de dosis por DTL del OIEA/OMS para vigilar la calibración de los haces utilizados en radioterapia en hospitales de todo el mundo verificó 333 haces: 215 de cobalto 60, y 118 de rayos X de alta energía de aceleradores clínicos. El programa de DTL ha continuado ampliándose y la tasa de devolución de los dosímetros supera actualmente el 95%, manteniéndose el 80% de los resultados dentro de los límites de aceptación de  $\pm 5\%$ . Un análisis reveló las limitaciones de que adolecen los hospitales que no participan regularmente en auditorías externas: 109 instalaciones de radioterapia de 72 hospitales que nunca habían sido auditadas anteriormente se incluyeron en el programa de DTL del OIEA/OMS. En el análisis se llegó a la conclusión de que sólo el 74% de los resultados de la primera ronda de participación

estuvieron dentro de los límites de  $\pm 5\%$ ; el 11% mostró grandes desviaciones (más allá del 10%) en estos hospitales. Ello se contrapone con el 83% de resultados en la escala de  $\pm 5\%$ , y el 6% de grandes desviaciones respecto de los hospitales que participaron más de una vez.

Como consecuencia de la retroinformación positiva obtenida con respecto a la asistencia prestada en el establecimiento de programas de DTL nacionales para la garantía de calidad en radioterapia, otros cinco Estados Miembros recibieron asistencia. Como parte de un proyecto de cooperación técnica ejecutado en países de América Central y el Caribe, se estableció una red de visitas recíprocas de auditoría de calidad in situ, en la que físicos de diversas instituciones de radioterapia de la región, apoyados por físicos experimentados de la misma región, efectúan mediciones de control de calidad en otros hospitales y países.

Se efectuaron 48 auditorías de haces de cobalto 60 para 23 instalaciones industriales e institutos de investigación de Estados Miembros por medio del Servicio Internacional de Verificación de Dosis. Se investigaron cinco resultados que rebasaron los límites de aceptación.

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

El resultado más significativo de un PCI sobre el hombre de referencia asiático finalizado en 2000 fue la elaboración de conjuntos de datos fiables por parte de los países participantes en relación con la ingestión dietética. Estos datos ayudarán a los Estados Miembros participantes a resolver problemas nacionales de evaluación de la exposición a las radiaciones y, a la vez, facilitarán la labor de determinar las características de un hombre de referencia asiático, que es el objetivo primordial de este proyecto regional. El PCI también fortaleció el perfil del control de la calidad analítica de esos países, permitiéndoles realizar mediciones fiables de un grupo de oligoelementos de gran importancia radiológica, a saber, cesio, yodo, estroncio, torio y uranio.

La evaluación de diferencias de densidad mineral ósea (BMD) mediante la absorciometría por rayos X de energía doble (DEXA) en adultos jóvenes en una diversidad de países fue el tema de otro PCI que concluyó en 2000. Al examinar un total de 3 752 sujetos agrupados por estratos de edad y seleccionados en 11 centros de nueve países, se encontraron diferencias sumamente significativas en la media de peso, altura y BMD entre países ( $p < 0,001$ ). Después de efectuar los ajustes por edad, peso y altura, se observaron diferencias

***“Un proyecto regional PNUD/ACR/OIEA sobre la contaminación del aire y sus tendencias dio lugar a la creación de una red de muestreadores de aire para recoger partículas en suspensión en el aire...”***

de gran magnitud en la masa ósea de los adultos jóvenes (tanto hombres como mujeres) que, de persistir hasta una edad avanzada, podrían contribuir a duplicar o triplicar la diferencia en el riesgo de fractura ósea.

Un proyecto regional PNUD/ACR/OIEA sobre la contaminación del aire y sus tendencias dio lugar a la creación de una red de muestreadores de aire para recoger partículas en suspensión en el aire en los Estados Miembros participantes. Los resultados revelaron mayores niveles de varios elementos tóxicos en la atmósfera de muchos de esos países, lo que hizo que varios adoptaran medidas legislativas o contramedidas técnicas. Asimismo, se creó un servicio para detectar episodios de contaminación del aire en la región, como la nube de humo debida a la combustión de biomasa.

La aplicación de técnicas nucleares a los problemas de nutrición y atención sanitaria adoptó diversas formas en 2000. Por ejemplo, los proyectos de cooperación técnica en la América Latina realizaron progresos en la utilización de los isótopos para evaluar los programas de intervención nutricional. Un

proyecto en Chile concluyó un estudio sobre técnicas isotópicas para medir la biodisponibilidad de hierro en la leche enriquecida del Programa Nacional de Alimentación Complementaria (PNAC). Otro proyecto examinó la composición corporal y el consumo de energía en niños de edad preescolar utilizando agua marcada ( $^2\text{H}_2^{18}\text{O}$ ).

Entre las actividades prioritarias realizadas en 2000 en los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf se incluyó el primer examen de competencia obligatorio de ALMERA, una red de 80 laboratorios en 45 países para mediciones de la radiactividad en el medio ambiente. El examen consta de dos conjuntos de muestras, uno para el análisis de radionucleidos emisores alfa y beta, incluidos plutonio, americio 241 y estroncio 90, y el segundo para una mezcla de radionucleidos emisores gamma. Se distribuyó un total de 56 conjuntos de muestras para análisis alfa/beta y 74 conjuntos de muestras para análisis gamma a 68 laboratorios de 40 países.

Como las actividades conexas, los Laboratorios del Organismo administraron exámenes de competencia a otros laboratorios que participan en mediciones de la radiactividad ambiental. Dos exámenes en particular se centraron en el estroncio 90 presente en una matriz de ceniza de incinerador, y en la medición de plutonio 239, plutonio 241 y americio 241 en suelos. Los resultados del examen del estroncio 90 indican que la mayor parte (más del 80%) de los laboratorios aún tienen problemas para determinar este radionucleido. Con todo, se obtuvieron mejores resultados en el segundo examen para la medición de actínidos transuránicos.

Los Laboratorios de Seibersdorf también participaron en el análisis de las muestras procedentes de dos proyectos de cooperación técnica de Argelia y Jordania, y en una actividad de seguimiento vinculada con la evaluación del PNUMA de la utilización con fines militares de uranio empobrecido (UE) en Kosovo. Veintitrés muestras argelinas reunidas durante una misión a antiguos polígonos de ensayos nucleares franceses se sometieron a análisis no destructivos para determinar la presencia de radionucleidos emisores gamma

(cesio 137, americio 241, europio 154 y bario 133), y destructivos para determinar la presencia de actínidos (plutonio, americio 241) y estroncio 90. Un informe resumido de estos análisis sirvió de base para el cálculo que efectuó el Organismo de las dosis que podría recibir la población de la zona en el presente y el futuro. Ninguno de estos lugares produce niveles de dosis que exijan una intervención. No obstante, se recomendó al Gobierno argelino que siga limitando el acceso a las zonas contaminadas, y que se siga realizando una labor de vigilancia exhaustiva.

Una misión de muestreo y análisis a Jordania tuvo la finalidad de responder a la preocupación de ese país por los niveles elevados de productos de fisión en su medio ambiente. Se llevaron a cabo mediciones espectrométricas gamma in situ y se analizaron 33 muestras para determinar la presencia de radionucleidos emisores gamma. Los niveles de radiactividad encontrados pueden ser consecuencia de la precipitación radiactiva mundial y la contaminación procedente del accidente de Chernóbil, y en general son inferiores a los niveles encontrados en Europa sudoriental.

Y en Kosovo, expertos del Organismo tomaron 16 muestras que se analizaron en los Laboratorios de Seibersdorf para determinar las abundancias isotópicas de uranio total y de uranio. Los resultados confirmaron la presencia de cantidades variables de UE en los presuntos emplazamientos, además de un nivel de uranio natural de unos 2 mg/kg generalmente en el suelo balcano. Pese a la capacidad sumamente sensible de los instrumentos, esto limita la detección de UE en el medio ambiente a casi 0,1 mg/kg.

En respuesta a las peticiones de Estados Miembros de materiales de referencia ambientales con valores de referencia para los radionucleidos primordiales (uranio, torio, radio 226, plomo/polonio 210), se determinaron, y se están analizando, un posible material de referencia de fosfoyeso con respecto a estos radionucleidos y tres aguas minerales en relación con el radio 226. Los materiales de referencia se necesitan para mejorar la comparabilidad de los niveles de radiactividad medidos por diferentes laboratorios a escala mundial.

En 2000 se aprobó un PCI sobre la caracterización radioquímica, química y física de las partículas radiactivas en el medio ambiente. Su meta es desarrollar técnicas para determinar e investigar las características

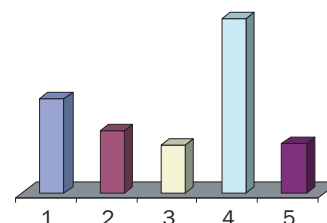
de las partículas radiactivas pequeñas, que en la mayor parte de los casos son las especies primarias que intervienen en emisiones accidentales o intencionales de radiactividad.

# MEDIO AMBIENTE MARINO, RECURSOS HÍDRICOS E INDUSTRIA

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Mejorar las capacidades de los Estados Miembros para: i) vigilar y evaluar la radiactividad en el medio ambiente marino con el fin de protegerlo y utilizar técnicas nucleares y de isótopos medioambientales para acrecentar los conocimientos sobre los procesos y la contaminación marinos y evaluarlos; ii) integrar en la planificación y gestión de recursos del ciclo hídrico las técnicas nucleares e isotópicas adecuadas y comprender mejor los efectos hidroclimáticos inducidos por el ser humano; y iii) adaptar y utilizar técnicas radiológicas y de radiotrazadores para aumentar la productividad industrial y reducir al mínimo los riesgos medioambientales.

Gastos con cargo al  
Presupuesto Ordinario: \$ 5 759 160  
Gastos del programa extrapresupuestario  
(no incluidos en el gráfico): \$ 691 379



1. Medición y evaluación de radionucleidos en el medio ambiente marino: \$ 1 269 095
2. Transferencia de radionucleidos en el medio ambiente marino: \$ 832 708
3. Vigilancia y estudio de la contaminación marina: \$ 638 576
4. Aprovechamiento y gestión de recursos hídricos: \$ 2 360 689
5. Aplicaciones industriales: \$ 658 092

## PANORAMA GENERAL

Las actividades del Organismo relacionadas con el medio ambiente marino se centraron en la cuantificación de los niveles y distribuciones marinos de los radioisótopos, los procesos que los controlan y su destino final, así como en la forma en que pueden utilizarse unidos a otras técnicas nucleares e isotópicas para comprender los amplios problemas de la contaminación marina. Además, en el programa de trabajo se hizo hincapié en la creación de capacidades, en las actividades de garantía de calidad y la enseñanza y en la capacitación en protección del medio ambiente marino. Se recopiló nueva información sobre radiactividad en varias regiones oceánicas importantes utilizando técnicas automatizadas nuevas y tradicionales, lo que se ha añadido a la base de datos global sobre radiactividad marina (GLOMARD). Actividades destacadas fueron la capacitación en laboratorio y sobre el terreno y los estudios de investigación sobre la transferencia de contaminantes nucleares y no nucleares en ecosistemas marinos contrastantes. El ciclo del dióxido de carbono oceánico, componente crítico del cambio climático, fue el centro de interés de un estudio de la producción de partículas de carbono y su eliminación en los océanos.

En sus actividades de gestión de recursos hídricos, el Organismo se dedicó fundamentalmente a individualizar y trabajar con otros asociados en la elaboración de metodologías isotópicas y a prestar asistencia a los Estados Miembros mediante su programa de cooperación técnica. Concretamente, se emprendió una iniciativa interinstitucional con la UNESCO para potenciar la colaboración con el propósito de integrar los isótopos en la investigación y la enseñanza en la esfera hidrológica. Se formularon nuevos proyectos en cooperación con otros organismos para elaborar metodologías isotópicas destinadas a mejorar la evaluación de los recursos hídricos mundiales y facilitar la comprensión de los procesos hidroclimáticos. Estos proyectos incluyeron la estimación de la descarga submarina de aguas subterráneas y la vigilancia global de ríos. En Etiopía y Bangladesh se llevaron a cabo proyectos de cooperación técnica en hidrología

isotópica, en que participaron como asociados varios organismos internacionales y el servicio geológico de los Estados Unidos (US Geological Survey). Asimismo, comenzaron las investigaciones sobre una nueva técnica analítica para el análisis isotópico del agua que requiere una infraestructura y aptitudes operacionales mínimas.

En la esfera de las aplicaciones industriales, el Organismo ayudó a países productores de petróleo de Asia y América Latina en el empleo de radiotrazadores para mejorar la recuperación de petróleo de los pozos. En un simposio sobre la tecnología de irradiación en nuevas aplicaciones industriales, celebrado en Beijing, se determinaron como aplicaciones prometedoras en la industria el uso de la radiación para facilitar el tratamiento convencional de aguas residuales y la concertación de los polímeros naturales para producir productos de valor añadido. En la esfera de los análisis no destructivos, el Organismo elaboró protocolos para determinar la corrosión y depósitos en tuberías de pequeño diámetro.

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

En 2000 finalizó un PCI, Estudios de la radiactividad marina a escala mundial (WOMARS), que examinó las fuentes actuales de radionucleidos antropógenos en el medio ambiente marino y estudió la distribución en altamar de los radionucleidos en la columna de agua y los sedimentos. Los resultados indicaron que el actual inventario de cesio 137 en el medio ambiente marino derivado de la precipitación radiactiva mundial asciende aproximadamente a 158 PBq con respecto al Océano Pacífico y el Océano Índico, y a 83 PBq con respecto al Océano Atlántico y el Océano Ártico. El actual inventario de cesio 137 derivado de la precipitación troposférica local causada por los ensayos de armas nucleares llevados a cabo en el Océano Pacífico se calcula en unos 72 PBq. En comparación, el actual inventario de cesio 137 en el Océano Atlántico y el Océano Ártico y sus mares marginales derivado de las emisiones de las plantas de reprocesamiento de combustible

nuclear de Sellafield y Cap de la Hague se calcula en unos 24 PBq. El accidente de Chernóbil aporta unos 11 PBq a los inventarios actuales de cesio 137 en los mares europeos, fundamentalmente en el Mar Báltico y el Mar Negro. Mientras que las concentraciones medias actuales de cesio 137 en las aguas superficiales de estos mares se calculan en unos 60 a 40 Bq/m<sup>3</sup>, respectivamente, el promedio mundial debido a la precipitación radiactiva mundial es de aproximadamente 2 Bq/m<sup>3</sup>.

***“No se encontró ninguna evidencia clara de filtración de radionucleidos de los contenedores vertidos con desechos radiactivos.”***

En actividades conexas, los océanos mundiales se dividieron en bandas latitudinales para investigar los cambios en las concentraciones medias de estroncio 90, cesio 137 y plutonio 239+240 a lo largo del tiempo a fin de calcular el tiempo medio de residencia de estos radionucleidos en la columna de agua y pronosticar las concentraciones actuales. Este tipo de información es importante para calcular las dosis de radiación en los humanos mediante la ingesta de pescado y mariscos. Los resultados indican que el tiempo medio de residencia del estroncio 90 y el cesio 137 en las aguas superficiales ha sido el mismo, unos 25 años, mientras que en el plutonio 239+240 ha sido de unos 13 años. El PCI fue apoyado con fondos extrapresupuestarios recibidos del Japón.

Por conducto del proyecto sobre estudios de la radiactividad marina en los océanos del mundo, apoyado con fondos extrapresupuestarios recibidos del Japón, el IAEA-MEL analizó muestras recogidas en el Océano Atlántico nororiental, el Océano Índico meridional y el Océano Pacífico noroccidental. Varios radionucleidos (isótopos de tritio, carbono 14, estroncio 90, cesio 137, plutonio y americio) fueron analizados en muestras de agua recogidas a distintas profundidades en vertederos de desechos radiactivos del Océano Atlántico nororiental situados aproximadamente a 46°N y 17°O. No se encontró ninguna evidencia clara

de filtración de radionucleidos de los contenedores vertidos con desechos radiactivos. Con todo, se observaron máximas notables en las concentraciones de radionucleidos a profundidades medias de 2 000 y 3 000 m, que no se habían visto antes. La conclusión a que se llegó es que la causa de la evolución de las concentraciones observada por debajo de los

***“Laboratorios radioanalíticos de los Estados Miembros llegaron a la conclusión de que los materiales de referencia del Organismo son instrumentos importantes para mantener altas normas de garantía de calidad.”***

1 000 m deben ser los procesos de inyección a latitudes altas que provocan el flujo descendente de concentraciones superficiales altas de radionucleidos hacia las profundidades medias.

Se analizaron muestras superficiales y de la columna de agua recogidas durante una expedición al Océano Índico meridional (al norte de las Islas Kerguelen) para determinar su contenido de radionucleidos, así como sus gradientes de salinidad, densidad y temperatura. Se utilizaron radiotrazadores como el carbono 14, el cesio 137, el plutonio 238, el plutonio 239+240 y el americio 241 para estudiar la evolución de la entrada de radionucleidos antropógenos en latitudes meridionales. Las bajas concentraciones de radionucleidos halladas en el Océano Índico meridional denotan una lenta redistribución y mezcla mundial de los radionucleidos de la precipitación radiactiva global, haciendo que se diluya considerablemente la señal de la precipitación radiactiva mundial en el hemisferio meridional. Además, se recogió zooplancton (partículas biológicas) para medir la concentración de isótopos de polonio 210 natural y de plutonio y americio antropógenos. Se descubrió que el zooplancton, de composiciones elementales y de radionucleidos diferentes, puede utilizarse como biomarcador de procesos de la columna de agua en altamar.

El IAEA-MEL concluyó las mediciones de radiocarbono en muestras de agua de mar tomadas en diez estaciones del Pacífico Norte sudoccidental durante la expedición al Océano Pacífico que realizó en 1997 el Organismo, en colaboración con el Instituto Japonés de Investigaciones sobre la Energía Atómica y la Universidad de Arizona. Cinco estaciones se ubicaron cerca de las estaciones del GEOSECS, y cinco en las cercanías de los atolones de Bikini y Enewetak, que pueden haber visto afectadas por los anteriores ensayos de armas nucleares. En comparación con los datos del GEOSECS (de muestras tomadas en 1973), los resultados del Organismo indican un incremento del radiocarbono en las aguas intermedias. Además, se calcula que los inventarios de carbono 14 producidos por explosiones en la columna de agua han aumentado en más del 20% durante los últimos 24 años. Los perfiles verticales de carbono 14 en las estaciones cercanas a los atolones de Bikini y Enewetak muestran una tendencia general semejante a la hallada en otras estaciones; por lo tanto, no se ha encontrado ningún efecto de precipitación radiactiva local producido por ensayos de armas nucleares. Ello contradice los datos del Organismo sobre el plutonio 239+240 obtenido del mismo conjunto de muestras que indicaron que el Océano Pacífico Noroccidental se ha visto afectado por la precipitación radiactiva tanto mundial como local. Esta última aportación tiene una forma fisicoquímica diferente y más reactiva, que propicia su eliminación más rápida en el océano.

Laboratorios radioanalíticos de los Estados Miembros llegaron a la conclusión de que los materiales de referencia del Organismo son instrumentos importantes para mantener altas normas de garantía de calidad. En el marco del programa de Servicios para el control de calidad de los análisis (SCCA) destinado a determinar la presencia de radionucleidos en el medio ambiente marino, se preparó una muestra de peces del Mar de Irlanda y del Mar del Norte (IAEA-414), que fue analizada para determinar faltas de homogeneidad, y enviada a casi cien laboratorios que participan en este nuevo ejercicio de intercomparación mundial, después de lo cual se distribuirá como nuevo material de referencia certificado.



La espectrometría gamma subacuática es una nueva técnica que ha desarrollado el Organismo para complementar o reemplazar el método tradicional de análisis aleatorio de muestras para aplicaciones con restricciones espaciales o temporales, es decir, grandes zonas de investigación, respuesta a emergencias o vigilancia a largo plazo. Se han utilizado espectrómetros de gran eficiencia de yoduro de sodio y alta resolución de germanio para investigar la contaminación por radionucleidos antropógenos en una diversidad de entornos marinos. Por ejemplo, se llevó a cabo un estudio con rayos gamma de los sedimentos del lecho marino en la costa frente a la planta de reprocesamiento de materiales nucleares de Sellafield con objeto de obtener estimaciones de las distribuciones de cesio 137 en la zona. El estudio, realizado en cooperación con el Centro para el Medio Ambiente, la Pesca y la Acuicultura del Reino Unido, mostró concentraciones de cesio 137 en sedimentos superficiales de unos 100 Bq/kg a unos 900 Bq/kg de peso en seco. Este último valor se limitó a una pequeña zona situada a unos 2 km al noroeste del desagadero en el mar. Como las emisiones recientes de Sellafield fueron insignificantes en comparación con las emisiones anteriores, la removilización del cesio 137 de los sedimentos desempeña una función predominante en los cambios observados en los niveles de cesio 137.

Los niveles de radionucleidos observados actualmente en el medio ambiente marino son muy bajos, por lo que necesitan el uso de sistemas analíticos muy sensibles. Se elaboró un código de simulación Monte Carlo para optimizar las características básicas de los espectrómetros gamma de germanio de alto grado de pureza y baja actividad. Se llegó a la conclusión de que el blindaje óptimo para la mayoría de las aplicaciones de la espectrometría gamma sería uno de plomo de 15 cm de grosor.

Otro grupo importante de radionucleidos en el medio ambiente marino son los emisores alfa de período largo naturales (como los isótopos del uranio y el torio) y antropógenos (como los isótopos del plutonio y el americio). Estos radionucleidos se han solido analizar mediante espectrometría alfa de semicon-

ductores (SAS). Sin embargo, la SAS es limitada en lo que respecta a su sensibilidad, resolución y masa de las muestras utilizadas para el análisis. Un nuevo método analítico desarrollado en el IAEA-MEL que utiliza la espectrometría de masa acoplada inductivamente (ICP-MS) permite límites de detección muy inferiores para los isótopos del plutonio y el uranio y un tamaño de muestra mucho más pequeño para el análisis, en el caso del agua de mar por dos órdenes de magnitud.

***“Algunas técnicas nucleares constituyen instrumentos singulares para aumentar nuestro conocimiento de la forma en que los radionucleidos y contaminantes convencionales se desplazan a través del medio ambiente marino.”***

Como parte de un proyecto regional de cooperación sobre evaluación del medio ambiente marino de la región del Mar Negro, el Organismo organizó un crucero científico internacional en que participaron seis Estados Miembros del Mar Negro: Bulgaria, la Federación de Rusia, Georgia, Rumania, Turquía y Ucrania. Se evaluaron los contaminantes del medio marino, prestándose especial atención a los radionucleidos antropógenos, con el fin de estudiar los procesos oceanográficos que controlan el destino final de los contaminantes con el empleo de los radionucleidos como trazadores. Los resultados se utilizarán para evaluar las distribuciones e inventarios de los radionucleidos en relación con las fuentes de entrada y los procesos oceanográficos y para mejorar los modelos predictivos de dispersión de contaminantes y las evaluaciones comparativas de radionucleidos naturales y antropógenos.

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

Algunas técnicas nucleares constituyen instrumentos singulares para aumentar nuestro conocimiento de la forma en que los radionucleidos y contaminantes convencionales se

desplazan a través del medio ambiente marino. Los nuevos y modernos acuarios experimentales de Mónaco siguen sirviendo de punto de convergencia para la capacitación y los estudios de investigación sobre la transferencia de contaminantes nucleares y no nucleares en ecosistemas marinos contrastantes. No obstante, una tormenta inesperada en abril de 2000 provocó la destrucción completa de las bombas de agua superficiales y las tuberías de captación, causando importantes demoras en las actividades del IAEA-MEL. A pesar de este revés, durante el año se concluyeron varios estudios experimentales.

***“Los radiotrazadores pueden utilizarse para analizar experimentalmente la capacidad de determinados organismos para actuar como bioindicadores de contaminantes marinos costeros ...”***

Ha quedado demostrado que los organismos en la base de la cadena alimentaria marina son todos importantes para determinar el ciclado y redistribución de los elementos y materiales en el mar. Además, sabemos que el zooplancton marino que se alimenta de vida vegetal microscópica (fitoplancton) produce pastillas fecales que desempeñan una importante función en el comportamiento biogeoquímico de muchos radionucleidos y su transferencia a través de la columna de agua. Este zooplancton ha mejorado su capacidad para acumular el polonio 210 natural, el principal productor de dosis radiológica por la vía de transferencia marina, y esta alta capacidad bioacumulativa es particularmente evidente en regiones oceánicas de baja productividad biológica como las que se suelen encontrar en el trópico. Un proyecto de colaboración entre la Organización Australiana de Ciencia y Tecnología Nucleares y el Organismo midió las transferencias de polonio 210, y su precursor, el plomo 210, del agua al fitoplancton y de éste al zooplancton y sus pastillas fecales. Los resultados experimentales sustentan la interpretación de los resultados basados en ensayos sobre el terreno en el sentido de que

las relaciones de plomo 210-polonio 210 en el agua son mayores que la unidad en las aguas oceánicas superficiales debido a su remoción diferencial, y de que la remoción es mediada biológicamente, fundamentalmente por las pastillas fecales del zooplancton.

Los radiotrazadores pueden utilizarse para analizar experimentalmente la capacidad de determinados organismos para actuar como bioindicadores de contaminantes marinos costeros, es decir, radionucleidos antropógenos y metales pesados tóxicos. Dada la creciente importancia del camarón en la economía pesquera mundial, el Organismo llevó a cabo un estudio en que camarones comestibles quedaron expuestos durante varios meses a sedimentos del fondo marino contaminados simultáneamente con una mezcla de radiotrazadores de cadmio, plata, cinc y cobalto. Las mediciones periódicas de espectrometría gamma de los camarones vivos demostraron claramente una transferencia directa similar de los sedimentos a los camarones de cadmio, plata y cinc que fue, empero, tres veces superior a la de cobalto. La comparación de estos factores de transferencia con coeficientes de distribución conocidos para los mismos metales en los sedimentos demuestra que las tasas de transferencia de los sedimentos a los camarones no pueden pronosticarse únicamente en función de las diferencias relativas en los coeficientes de distribución sedimento-agua determinadas en el caso de los sedimentos. Otros factores, como el tipo de sedimento, el tamaño del gránulo y el contenido de materia orgánica, también contribuyen a la transferencia del metal contaminante de los sedimentos al organismo que vive de ellos.

Los moluscos bivalvos están distribuidos en todo el mundo y también son una importante fuente de alimentación. Dado que filtran directamente su alimento de las partículas orgánicas del agua, se han propuesto como bioindicadores potencialmente ideales de contaminantes transportados por el agua. Utilizando nuevas técnicas de cultivo elaboradas concretamente para el sistema de acuarios de temperatura controlada del IAEA-MEL, se examinó en muestras de agua y alimentos de mejillones y ostras de aguas tropicales la bioacumulación de americio 241, cadmio 109,

cesio 134, cobalto 57, plata 110m y cinc 65. Los dos radionucleidos de período largo (cesio y americio) sólo se bioacumulan débilmente en estos bivalvos de aguas cálidas. Cuando la fuente de contaminación se elimina, el cesio desaparece rápidamente en ambas especies. Por el contrario, todos los metales pesados radiomarcados se bioacumularon rápidamente, observándose factores de concentración generalmente más altos en las ostras que en los mejillones. Ambas especies bivalvas acumularon más cinc y plata que los otros contaminantes analizados, y en el caso de las ostras casi todo el cinc acumulado quedó retenido durante varias semanas después que los organismos fueron transferidos a aguas marinas no contaminadas. Ello sugiere que, en particular, las ostras serían un bioindicador ideal de la contaminación por cinc en zonas costeras tropicales.

Un análisis temporal a fondo de las concentraciones de nucleidos del transurano en muestras de trampas de sedimentos de aguas profundas (1 000 a 2 000 metros de profundidad) del noroeste del Mar Mediterráneo, aparejadas con los cambios que se conoce que han ocurrido durante los últimos dos decenios en los inventarios de transurano de la columna de agua subyacente, indica que las partículas sumergidas en aguas profundas pueden dar cuenta del 26% al 72% de la pérdida total anual de plutonio y prácticamente de la eliminación de todo el americio en la columna de agua. Otra observación en el sentido de que las relaciones de actividad entre el americio y el plutonio en agua de mar sin filtrar del Mediterráneo son por término medio seis veces más bajas que las que se suelen encontrar en aguas del Pacífico meridional sugiere la existencia de un mecanismo específico que aumenta la expulsión y remoción de partículas de americio en las aguas biológicamente pobres de la zona de altamar del Mediterráneo. Tomando como base estas mediciones oceanográficas y la proximidad del Mar Mediterráneo a una de las regiones de desierto más extensas del mundo, se ha llegado a la conclusión de que la entrada singular y frecuente de partículas de polvo del Sáhara, las que se conoce que constituyen focos activos de sorbción del americio, probablemente sea la causa de la rápida remoción

del americio observada en sedimentos del Mediterráneo.

La producción de partículas de carbono y su remoción del agua superficial de los océanos ha contribuido mucho a conocer el ciclo del dióxido de carbono y a resolver otras cuestiones relacionadas con el cambio del clima mundial. Las mediciones singulares de series cronológicas del flujo de partículas realizadas por el Organismo en el noroeste del Mediterráneo, tomadas a lo largo de un período de 13 años, de 1987 a 2000, indican una clara variación estacional de alto flujo de carbono durante los meses transcurridos entre el invierno y la primavera y un flujo mucho más reducido entre el verano y el otoño.

Tales experimentos sobre el terreno de la secuestación de carbono orgánico también han puesto de relieve la influencia de las corrientes de polvo del Sáhara en la mediación de estos procesos relacionados con el clima. Actualmente se considera que el polvo del Sáhara, que contiene una gran carga de nutrientes transportados por el viento, realmente fertiliza y mejora la producción de partículas biológicas en las aguas del Mediterráneo normalmente deficitarias de nutrientes. Este proceso, que es muy variable con el tiempo, podría dar cuenta de las fluctuaciones interanuales tres a cuatro veces mayores que se observaron en el flujo de carbono durante el decenio de 1990. Esos conjuntos de datos, derivados de estudios realizados en colaboración con otros científicos, destacan la verdadera magnitud de los cambios estacionales en la exportación de carbono de las aguas superficiales a las profundidades.

## VIGILANCIA Y ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN MARINA

Resultados básicos de mediciones hechas con espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS) y espectrometría de masas por acelerador (AMS) demuestran que estas técnicas complementan eficazmente los análisis radioquímicos de elementos transuránicos, y lo que es aún más importante, la información isotópica que aportan puede utilizarse para determinar el origen

de un contaminante observado. Las estrategias para explotar las modalidades de resolución más alta que permite el espectrómetro de masas Finnigan Element inductivamente acoplado de doble enfoque proporcionaron datos isotópicos del plutonio libres de interferencia que pueden utilizarse para distinguir la contaminación de distintas detonaciones de armas. La ICP-MS y la AMS se utilizan ahora para detectar la presencia de uranio 236 como

***“La ICP-MS y la AMS se utilizan ahora para detectar la presencia de uranio 236 como indicador de actividades y procesos nucleares ...”***

indicador de actividades y procesos nucleares, datos que no pueden obtenerse con métodos radiométricos tradicionales. Además, la mayor sensibilidad de estas técnicas con respecto a muchos nucleidos básicos ha permitido recopilar y tratar muestras más pequeñas para obtener la información requerida. El análisis isotópico también se está utilizando para ensayos de oligometales mediante el análisis por dilución isotópica en la caracterización de materiales de referencia del Organismo.

Los estudios de los isótopos del carbono proporcionan información sobre el origen del material orgánico de los sedimentos marinos. Un procedimiento recién creado que se basa en la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) separa eficazmente hidrocarburos del petróleo y lípidos biomarcadores para análisis isotópicos específicos de compuestos. Tres proyectos de estudios isotópicos del carbono examinaron el origen de materiales orgánicos en sedimentos marinos de diversos lugares. El primer proyecto, en la costa occidental de Sudáfrica, evaluó los cambios ocurridos a largo plazo en el ciclo del carbono en la interfaz océano-atmósfera del sistema de ascensión de aguas profundas de la Corriente de Benguela. El estudio indicó una disminución gradual de la relación isotópica del carbono durante los últimos 4,5 millones de años (eras

del plioceno-pleistoceno). Estas mediciones son un componente clave en el objetivo final de determinar los intercambios históricos del dióxido de carbono entre los océanos y la atmósfera. Otra investigación, esta vez sobre la ribera oriental de la pendiente continental del Canal de Faroes-Shetland, mostró altas concentraciones de cetonas en la mitad de la cadena en sedimentos extraídos en un lugar de perforación. La composición isotópica del carbono en estas sustancias fue marcadamente diferente de la que suele encontrarse en las algas marinas. Como estos tipos de compuestos pudieron formarse mediante reacciones de triglicéridos catalizadas por arcilla a altas temperaturas, las mediciones del isótopo del carbono indican una contaminación derivada de actividades de perforación. En la tercera investigación se definieron diferentes medios de deposición en la cuenca de Lorca (España) en función de las aportaciones biológicas a cada tipo de sedimento marino.

Los análisis de especiación ayudan a definir el comportamiento y biodisponibilidad ambiental de los contaminantes metálicos en el medio ambiente. La contaminación por mercurio en las aguas superficiales de la Guayana Francesa fue investigada como parte de una evaluación de las repercusiones de la extracción de oro. El estudio evaluó la distribución y transporte de mercurio en dos cuencas hidrográficas típicas afectadas por el mercurio derivado de operaciones de extracción de oro: la cuenca del río Inini, y el río Sinnamary y su estuario. Los resultados indicaron que el mercurio metílico se acumula en altísimos niveles en las aguas anóxicas profundas de la presa de Petit Saut, ubicada en el río Sinnamary, y fluye aguas abajo por la presa hacia el río. Como resultado de esta contaminación, los peces carnívoros acopiados en la cuenca de captación del Sinnamary contienen cantidades excesivas de mercurio metílico.

El uso de compuestos de organotina que contienen tributiltina (TBT) y trifeniltina (TPhT) en pinturas marinas causa contaminación en el medio ambiente marino. Debido a que estos compuestos antiincrustantes son muy persistentes en los sedimentos marinos, la vigilancia y los estudios constantes en zonas sin datos históricos proporcionan

información sobre el grado y efecto de la contaminación. Con este fin, en el IAEA-MEL se desarrollaron métodos novedosos y sensibles para el análisis de compuestos de organotina y sus productos de degradación en los sedimentos y biota marinos. Estas técnicas se utilizaron para analizar muestras recibidas de Qatar y los Emiratos Árabes Unidos. Las ostras de los Emiratos Árabes Unidos contienen estos agentes antiincrustantes en concentraciones que podrían plantear un riesgo ecotoxicológico. Las altas relaciones de TBT y TPhT en relación con sus metabolitos indican recientes aportaciones de estos biocidas activos en los Emiratos Árabes Unidos. Sin embargo, en los sedimentos arenosos y muestras de peces de ambos países no se encontró una presencia importante de compuestos de organotina.

Los programas de garantía de calidad ayudan a los laboratorios nacionales de los Estados Miembros y las redes de laboratorios regionales a elaborar datos ambientales fiables. Estos programas realizan ejercicios mundiales de intercomparación e intercalibración en los que se caracterizan muestras marinas homogeneizadas para su uso final como patrones de referencia. Dos nuevos materiales de referencia (la muestra de sedimentos IAEA-408 y la muestra de peces IAEA-406) se prepararon y caracterizaron para determinar la presencia de plaguicidas clorados e hidrocarburos del petróleo. Se prepararon para la Organización Regional para la Protección del Medio Ambiente Marino (ORPMAM) materiales regionales de referencia destinados a determinar la presencia de plaguicidas clorados e hidrocarburos del petróleo, que consistían en una muestra de sedimentos y una muestra de biota. También se produjo un material de referencia específicamente para laboratorios de la zona del Mar Negro. Esta muestra de sedimentos fue analizada para la determinación de plaguicidas clorados, hidrocarburos del petróleo (BS1/OC) y diversos metales pesados (BS1/TM).

El examen de contaminantes brinda información clave sobre la calidad del medio ambiente para ayudar en la gestión de zonas costeras. En respuesta a una solicitud de Mónaco, el IAEA-MEL analizó muestras de

sedimentos de puertos para la determinación de plaguicidas clorados, PCB, hidrocarburos del petróleo, compuestos de organotina y una gama de metales pesados. Los niveles de contaminantes indicaron actividades portuarias normales y no se descubrió ningún foco crítico de contaminación. Los datos ayudaron a adoptar decisiones en materia de gestión para la disposición final de desechos prove-

***“... en el IAEA-MEL se desarrollaron métodos novedosos y sensibles para el análisis de compuestos de organotina y sus productos de degradación en los sedimentos y biota marinos.”***

nientes del puerto. En este sentido, se tomaron muestras de agua del acuario del Museo Oceanográfico de Mónaco para realizar un análisis con miras a determinar la presencia de hidrocarburos del petróleo, PCB y plaguicidas clorados. Los resultados rechazaron la hipótesis de que esas sustancias, posiblemente removilizadas por actividades de construcción en el puerto adyacente, causaron la fotolixiviación del coral del acuario.

En actividades conexas, se inició un proyecto de examen de contaminantes en los Emiratos Árabes Unidos y Qatar en colaboración con la ORPMAM. En aguas marinas se hallaron sólo en un sitio (en la costa oriental de los Emiratos Árabes Unidos) trazas de hidrocarburos alifáticos del petróleo, que indicaban la presencia de combustible diesel. Estos contaminantes también aparecieron en sedimentos y biota de este lugar. Por lo general, los sedimentos y biota de Qatar y los Emiratos Árabes Unidos mostraron concentraciones insignificantes de contaminantes orgánicos. La composición relativa de los hidrocarburos hallados en los sedimentos de un lugar (Ras Al-Nouf, Qatar) indicaron aportaciones recientes, pero ínfimas, de esos contaminantes. En la biota procedente de los Emiratos Árabes Unidos se midieron altos niveles de mercurio en los peces y elevadas concentraciones de cadmio en los moluscos. Las muestras biológicas de Qatar mostraron menor contenido de este tipo de metales pesados.

Un PCI recién concluido sobre el uso de radio-trazadores en el estudio de la distribución, destino final y efectos de los residuos de plaguicidas en la biota del medio marino tropical, patrocinado por el Organismo Sueco de Desarrollo Internacional, arrojó varios resultados importantes. Por ejemplo, la creación de capacidades en laboratorios y la capacitación en el análisis de plaguicidas han ayudado a varios Estados Miembros a evaluar la contaminación por plaguicidas y sus efectos en los medios marinos tropicales. Muchos de estos laboratorios adoptaron procedimientos de control y garantía de calidad, incluidos la participación sistemática en ejercicios de intercomparación y el empleo de materiales de referencia certificados para garantizar la calidad de los datos. En muchos laboratorios de los Estados Miembros se iniciaron investigaciones basadas en compuestos marcados con carbono 14, como por ejemplo, las técnicas de cromatografía de gases. En la mayoría de los casos, estas técnicas no se utilizaban antes de comenzar el PCI. Los contratos de investigación otorgados contribuyeron a aumentar los recursos humanos disponibles para evaluar los problemas de plaguicidas en los países en desarrollo.

## APROVECHAMIENTO Y GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

La Estrategia de mediano plazo del Organismo pide el fomento de asociaciones con

otros organismos internacionales a efectos de maximizar los beneficios de las actividades del programa para los Estados Miembros de ambas organizaciones (véase el recuadro 1). La búsqueda de este tipo de sinergias fue la fuerza que impulsó el Programa Internacional de los Isótopos en la Hidrología (JIIHP), una nueva iniciativa del OIEA-UNESCO emprendida para integrar las técnicas de hidrología isotópica en el sector hídrico de los Estados Miembros. Por medio del JIIHP se fomentará la participación de un grupo más amplio de hidrólogos e investigadores de los Estados Miembros a través de la red del Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la UNESCO, así como la difusión de información a ese grupo. El JIIHP fue refrendado por la Conferencia General de la UNESCO y las dos organizaciones están examinando un memorando de entendimiento para su ejecución.

En una reunión de Grupo Asesor dedicada a evaluar los beneficios potenciales de la vigilancia isotópica de los ríos del mundo se llegó a la conclusión de que las relaciones isotópicas en las aguas fluviales son un excelente dato representativo de la precipitación e integran la variabilidad espacial y temporal del ciclo hidrológico. Por lo tanto, una red mundial de los isótopos en las aguas fluviales podría constituir un poderoso y nuevo instrumento para vigilar el cambio climático y/o las modalidades de uso de la tierra, así como para facilitar la gestión integrada de recursos hídricos. Esa red fluvial también complementaría las

### RECUADRO 1. AUMENTO DE LA VISIBILIDAD DE LA LABOR DEL ORGANISMO EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE

El Organismo puso de relieve sus actividades en hidrología isotópica y su contribución a la gestión de los recursos hídricos mundiales en el Tercer Foro Mundial del Agua celebrado en La Haya y en el Foro de Agua y Saneamiento del Banco Mundial celebrado en Washington, D.C. En La Haya, el Organismo proyectó su papel en los diversos programas hídricos del sistema de las Naciones Unidas como parte de una exposición en que participaron la FAO, HABITAT, el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, el PNUMA, la UNESCO, el UNICEF, la OMS y el Banco Mundial. En el Foro del Banco Mundial, el Organismo destacó su contribución a los proyectos que investigan la contaminación por arsénico del agua potable en Bangladesh. Esta presentación, en particular, brindó una oportunidad para establecer comunicación directa con profesionales y funcionarios directivos de diversos organismos que se ocupan del sector hídrico. ■

actividades que se llevan a cabo desde hace tiempo en la Red mundial sobre isótopos en las precipitaciones OIEA/OMM (GNIP) y acrecentaría la utilidad de los datos isotópicos para los estudios sobre el balance hídrico y el cambio climático. El Organismo está dando un nuevo paso en esta esfera, a saber, el establecimiento de un PCI en colaboración con la UNESCO y la OMM que diseñará una red de vigilancia fluvial.

En otra reunión de Grupo Asesor que también tuvo como asociados al PHI de la UNESCO y la Comisión Oceanográfica Intergubernamental, se examinó la función de los isótopos en la evaluación de la descarga submarina de aguas subterráneas (SGD). La SGD, que comprende hasta el 50% de la escorrentía terrestre total de agua dulce, constituye un importante recurso de agua dulce en las zonas costeras, aunque también puede ser una fuente de contaminación para el medio ambiente marino. La reunión llegó a la conclusión de que se puede elaborar una metodología singular basada en la combinación de los isótopos radiactivos del radio y el radón con los isótopos estables del oxígeno, el hidrógeno y el estroncio, para evaluar y cuantificar la SGD, algo difícil de lograr con métodos no isotópicos.

La presencia de concentraciones elevadas de arsénico en el agua potable sigue siendo una importante cuestión de salud pública en Bangladesh. A solicitud del Gobierno de este país, la OMS, el Banco Mundial, el PNUD y el UNICEF, y en cooperación con ellos, el Organismo organizó una prueba de aptitud para evaluar la calidad de las mediciones de arsénico hechas por unos 20 laboratorios en Bangladesh. La prueba no sólo mejorará la calidad de las mediciones, sino que también dará mayor grado de confianza en los estudios analíticos que realizan distintos laboratorios. Ello es fundamental, ya que los resultados de los análisis de arsénico de las aguas subterráneas se están utilizando para adoptar decisiones de política respecto del uso sistemático de pozos de agua por personas o comunidades. Claro está, las decisiones basadas en datos inexactos o incoherentes tendrían efectos sociales y económicos imprevistos en la población.

La mayor integración de la hidrología isotópica en los procedimientos de gestión de recursos hídricos de Etiopía fue un importante logro alcanzado allí en el año 2000. Concretamente, en un taller del Organismo organizado en cooperación con el servicio geológico de los Estados Unidos (US Geological Survey), y en el que participaron la Comisión Etíope de Ciencia y Tecnología, el Ministerio de Recursos Hídricos, el servicio geológico de Etiopía (Ethiopian Geological Survey), la Universidad

***“La mayor integración de la hidrología isotópica en los procedimientos de gestión de recursos hídricos de Etiopía fue un importante logro alcanzado allí en el año 2000.”***

de Addis Abeba e hidrólogos consultores, se elaboró un plan nacional para la evaluación de recursos de aguas subterráneas. El plan se ha presentado a la aprobación del gobierno y, cuando se aplique, orientará las actividades nacionales e internacionales de evaluación y gestión de recursos de aguas subterráneas durante los próximos 10 a 15 años.

Un PCI sobre el uso de los isótopos para el análisis de la dinámica del flujo y transporte en los sistemas de aguas subterráneas evaluó la aplicabilidad de distintas fórmulas de modelos hidrológicos conceptuales en contextos geológicos y escalas espaciales diferentes. Uno de los principales logros fue la elaboración de un programa informático por institutos seleccionados sobre “elaboración de modelos de parámetros reagrupados” y métodos de “modelación-mezcla de compartimentación celular”. Tanto el paquete como los programas se podrán obtener en CD-ROM junto con un manual de uso para estas aplicaciones.

En un PCI que concluyó en 2000 se ensayó una nueva aplicación de los isótopos estables del oxígeno molecular disuelto para calcular las tasas de consumo y reabastecimiento de oxígeno en ríos contaminados. Estos cálculos son difíciles de obtener por medios no isotópicos. Además, se probó una nueva técnica para

el marcado de sedimentos finos en suspensión con tecnecio 99m. Esta técnica permite la medición simultánea de las fases hídrica y sedimentaria en los estudios de contaminación del agua.

Los isótopos del azufre, junto con otros isótopos, son útiles para estudiar el origen de la acidez geotérmica, calcular las temperaturas de embalses e investigar la oxidación en instalaciones geotérmicas. Ésta fue la principal

**“El PCI demostró que las técnicas isotópicas podrían ser muy útiles para conocer los cambios en la recarga de aguas subterráneas ...”**

conclusión a que se llegó en un PCI sobre aplicaciones de técnicas isotópicas a problemas asociados con la explotación geotérmica, que culminó en 2000. Los resultados de este PCI tendrán un fuerte impacto en relación con este aspecto de la ejecución de los proyectos de cooperación técnica del Organismo. Por ejemplo, los resultados de investigaciones relativas a algunos campos geotérmicos se utilizarán directamente para estrategias mejoradas de gestión de reservorios geotérmicos. Otros sistemas geotérmicos con problemas semejantes de acidez se beneficiarán de los modelos de la sistemática de los isótopos del azufre y de los modelos isotopicoquímicos creados en el PCI.

En una actividad conexas, una reunión de Grupo Asesor revaluó los materiales de referencia del Organismo con que se cuentan en la esfera de las mediciones de isótopos estables. Las cuidadosas mediciones realizadas dieron por resultado la calibración sistemática de estos materiales para los isótopos estables del azufre, lo que mejorará la garantía de calidad de las mediciones isotópicas del azufre, que se utilizan ampliamente en muchos estudios hidrológicos y geoquímicos.

En muchas regiones del mundo el creciente ritmo de desarrollo y migración ha aumentado la demanda y afectado más a los sistemas

acuíferos de las zonas urbanas. De ahí la alta prioridad que se otorga en muchas ciudades a la mejora de los métodos para la gestión de los recursos de aguas subterráneas. Un PCI recién concluido evaluó la utilidad de las técnicas geoquímicas e isotópicas para su aplicación en acuíferos urbanos importantes. Aunque se demostró la utilidad de muchas de las técnicas isotópicas en situaciones no urbanas, no estaba claro cómo podían aplicarse en situaciones urbanas. El PCI demostró que las técnicas isotópicas podrían ser muy útiles para conocer los cambios en la recarga de aguas subterráneas y para distinguir fuentes múltiples de recarga derivadas de los efectos de la urbanización.

La erosión del suelo y la sedimentación plantean graves amenazas para la producción agrícola sostenible, la conservación del medio ambiente y la sostenibilidad de las presas. Una reunión de Grupo Asesor llegó a la conclusión de que las técnicas nucleares “básicas” elaboradas anteriormente en PCI relacionados con la erosión del suelo resultaban válidas para estudios de “determinación de huellas” de sedimentos. Con todo, los participantes coincidieron en que era preciso seguir avanzando para establecer una estructura y metodología para la aplicación de las técnicas nucleares con el fin de supervisar las estrategias de control de la sedimentación.

El Organismo publicó un manual para el empleo de las técnicas isotópicas y químicas en el aprovechamiento y gestión de reservorios geotérmicos. El manual, que proporciona información sobre metodologías nucleares y complementarias básicas para la adopción de un enfoque multidisciplinario respecto de la exploración, aprovechamiento y vigilancia de recursos geotérmicos, contiene información en la que se describen amplios procedimientos para la investigación isotópica y geoquímica de sistemas geotérmicos, es decir, muestreo, análisis e interpretación de los datos. Se espera que el manual facilite el perfeccionamiento del personal de los Estados Miembros y la ejecución de futuros proyectos de cooperación técnica del Organismo en esta esfera.

La mejora de los procedimientos de garantía de calidad para los análisis químicos de las



aguas geotérmicas en los laboratorios analíticos de los Estados Miembros fue el objetivo que se trazó el Organismo con la tercera ronda de ejercicios de intercomparación. Treinta y cinco laboratorios de Asia, África y América Latina participaron en estos ejercicios, en los que cinco de ellos sirvieron de laboratorios de referencia. Estos ejercicios constituyen un instrumento de diagnóstico para que los laboratorios participantes comprueben su eficacia en los análisis de la química del agua.

En actividades afines, el Organismo diseñó y comprobó un procedimiento de destilación en vacío para la preparación de muestras de agua ambientales destinadas al análisis de tritio en bajos niveles de actividad. El nuevo procedimiento asegura análisis de alta calidad del tritio a pesar de sus niveles constantemente decrecientes del tritio en las muestras hidrológicas y de la creciente sensibilidad concomitante de las fuentes locales a la contaminación de los laboratorios. Se instaló una línea de pirólisis de muestras para sustancias orgánicas e inorgánicas, aparejada con análisis de espectrometría de masas de relaciones isotópicas del oxígeno. Ello permitirá la vigilancia a largo plazo de la composición isotópica del oxígeno de los materiales de referencia de isótopos estables que proporciona el Organismo y garantizará la alta calidad de los materiales que se venden en todo el mundo como parte de los SCCA del Organismo. Asimismo, el Organismo ensayó un método simplificado de preparación de muestras para mediciones isotópicas del azufre en un laboratorio cooperante de Polonia. El método mejorará las técnicas convencionales de preparación de muestras, elevando así la calidad de las mediciones isotópicas del azufre.

El Organismo ejecutó un proyecto modelo de cooperación técnica en dos fases sobre los isótopos en el aprovechamiento de aguas subterráneas para el África septentrional y occidental. En la primera fase (1995 a 1998) participaron Egipto, Etiopía, Marruecos y Senegal y en la segunda (de 1997 a 2000) lo hicieron Argelia, Malí, Níger, Nigeria, Sudán y Uganda. En Argelia, los resultados isotópicos indican que los acuíferos de las cuencas de Djanet y Tin Seririne y de la región de Tidikelt ya no están siendo reabastecidos por las

precipitaciones. Estas conclusiones indican decididamente que el suministro de agua de la ciudad de Tamanrasset dependerá más de la movilización de recursos renovables locales mediante presas de aguas subsuperficiales. En el Níger, los resultados isotópicos se están utilizando para restringir el modelo de flujo y transporte del sistema acuífero y determinar los más vulnerables a la contaminación. En el noroeste de Nigeria se obtuvieron datos fundamentales respecto de las diversas fuentes de recarga y reabastecimiento del acuífero del

***“En el Níger, los resultados isotópicos se están utilizando para restringir el modelo de flujo y transporte del sistema acuífero y determinar los más vulnerables a la contaminación.”***

grupo Rima. Esta información podrá utilizarse en la gestión de recursos de aguas subterráneas de la zona del plan de riego de Wurno y en la definición de las zonas adecuadas de recarga artificial. En Uganda, los resultados isotópicos proporcionaron datos sobre el reabastecimiento de recursos hídricos en pueblos al norte de la capital, Kampala. La información podrá utilizarse para mejorar la gestión de los recursos de aguas subterráneas disponibles.

Las técnicas nucleares pueden ser muy eficaces para medir la contaminación ambiental. El Organismo efectuó un estudio de contaminación de sedimentos en la bahía de Montevideo; las zonas circundantes del Río de la Plata mostraron que la contaminación por metales pesados se limitaba únicamente al interior de la bahía, y no se extendía al Río de la Plata. Esta información es fundamental para las autoridades en la planificación de las medidas correctoras, que son ahora factibles gracias al alcance limitado de la contaminación.

En un proyecto de cooperación técnica del Organismo en Costa Rica sobre la gestión sostenible de aguas subterráneas en el Valle Central, los resultados demostraron que el

nitrato presente en las aguas subterráneas se deriva del uso de fertilizantes nitrogenados en zonas de plantaciones de café y de desechos de origen humano de zonas con insuficientes sistemas de alcantarillado. Se utilizó fertilizante marcado (nitrógeno 15) para demostrar que las prácticas actuales de gestión de fertilizantes nitrogenados en plantaciones de alta densidad de café son deficientes desde el punto de vista económico y ambiental. Sólo 6%

**“Los radiotrazadores son instrumentos muy competitivos para mejorar la recuperación de petróleo en los campos, tanto costa afuera como en tierra.”**

a 40% de la cantidad total de fertilizantes aplicados se estaba absorbiendo por las plantas de café. Los datos compilados en este proyecto se difundirán más tarde en un simposio regional del Organismo y la Universidad Nacional.

La transferencia de tecnología es un componente fundamental del programa de cooperación técnica del Organismo. Un proyecto se centró en la utilización de trazadores artificiales (criptón 85 e hidrógeno 3) para determinar la tasa de reaeración de ríos contaminados del Ecuador. Las tasas de reaeración determinadas por trazadores en la región metropolitana de Quito fueron mucho más altas que las calculadas con técnicas empíricas y permiten mejorar el diseño de la instalación de tratamiento de aguas prevista para la ciudad. El Organismo también capacitó a personal de la organización ejecutora local en la técnica de trazadores. La simplicidad de la técnica y la disponibilidad de equipo y personal adiestrado en el país hizo que otras municipalidades solicitaran ayuda a la organización local en experimentos similares.

## **APLICACIONES INDUSTRIALES**

En 2000 finalizó un PCI sobre tecnología de radiotrazadores para estudios técnicos de

operaciones unitarias y la optimización de procesos unitarios. Entre los logros alcanzados figuran la elaboración y validación de programas informáticos para la modelación e interpretación de datos de trazadores con miras a la solución de problemas en importantes procesos industriales, incluidos lechos fluidizados, cristalizadores de azúcar, reactores de lecho fijo, hornos rotativos de cemento, celdas de flotación, trituradoras, incineradores, unidades de tratamiento de aguas residuales y comunicaciones entre pozos en campos petroleros.

Los radiotrazadores son instrumentos muy competitivos para mejorar la recuperación de petróleo en los campos, tanto costa afuera como en tierra. Para recoger el petróleo que queda en los poros y fisuras de las rocas se utilizan recuperaciones secundarias y terciarias. Un PCI del Organismo elaboró y validó nuevos radiotrazadores para la investigación de recuperaciones secundarias y terciarias. También se ensayó y puso en servicio una técnica de trazadores múltiples en Argentina, Brasil, China y Viet Nam.

Las tecnologías de radiotrazadores y sondas nucleónicas siguen formando parte activa de los proyectos nacionales y regionales de cooperación técnica. El Organismo llevó a cabo varias actividades destinadas a la aplicación de estas tecnologías en las industrias petrolera y petroquímica. Por ejemplo, en países africanos se implantó por primera vez la tecnología de radiotrazadores y fuentes selladas para la inspección de la corrección de fallos en refinerías de petróleo. En Ghana y Nigeria esta tecnología se está utilizando para resolver problemas mediante la exploración de columnas y la detección de fugas en intercambiadores de calor.

Los trabajos presentados y examinados en un simposio internacional celebrado en Beijing en relación con el uso de la tecnología de irradiación en nuevas aplicaciones industriales mostraron la inocuidad de esta tecnología para el medio ambiente. Las ventajas del tratamiento por irradiación para transformar macromoléculas naturales en productos útiles para la atención de la salud y aplicaciones agrícolas se han evidenciado en demostraciones

experimentales. Además, los participantes indicaron el uso de la tecnología de irradiación para mitigar los problemas ambientales, particularmente la depuración de gases de combustión y la descontaminación de aguas residuales industriales y municipales.

Los resultados de un PCI en la región de Asia y el Pacífico financiado con contribuciones extrapresupuestarias del Japón destacaron el papel singular del tratamiento por irradiación en la mejora de polímeros naturales y su transformación en productos útiles. Los polímeros naturales como la quitina, el quitosán, los alginatos y las carrageninas que abundan en la región muestran propiedades que pueden utilizarse en la industria médica, la agricultura y el tratamiento de aguas residuales. Por ejemplo, los polisacáridos degradados por irradiación: quitina/chitosán, alginatos y carrageninas, pueden inducir el crecimiento y suprimir el estrés ambiental en las plantas, y también mejorar actividades antimicrobianas. El quitosán irradiado, cuando se aplica como agente de revestimiento de frutos, puede demorar la maduración y el deterioro, aumentando así la duración del fruto. En la industria médica, la quitina/chitosán tratada por irradiación es un material biocompatible y biodegradable que también es bactericida. Los

hidrogeles preparados con quitosán poseen propiedades antibactericidas que previenen la infección y estimulan la reepitelización. También se han preparado sistemas de distribución de medicamentos controlados utilizando quitosán injertado por irradiación. Entre las aplicaciones ambientales se cuenta la irradiación de la quitina, que puede mejorar considerablemente la eficiencia de recuperación del quitosán proveniente de biodesechos. Gracias a su estructura química única, el quitosán puede utilizarse como adsorbente para tratar diversos efluentes acuosos que contienen metales pesados y elementos orgánicos y tintes tóxicos.

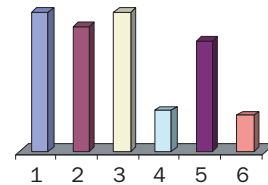
La detección y medición de la corrosión interna en industrias que emplean sistemas de tuberías pueden ayudar a elevar la seguridad y fiabilidad de las plantas industriales. Los datos de un PCI que concluyó en 2000 relacionado con la validación de protocolos para la determinación de la corrosión y depósito en tuberías de pequeño diámetro mediante radiografía se utilizarán para elaborar una norma internacional. Una observación importante fue que se han validado procedimientos radiográficos normalizados, y que se han preparado protocolos para la determinación y medición de ataques de corrosión y depósitos.

# CIENCIAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Promover la investigación y el desarrollo en aplicaciones específicas de las ciencias nucleares, físicas y químicas para solucionar problemas prácticos en las esferas de la energía, el medio ambiente, la medicina nuclear, las ciencias de los materiales y la industria, y mejorar la utilización de los reactores de investigación y los aceleradores existentes y proporcionar ayuda a los laboratorios analíticos nacionales para que adquieran cualificaciones en calidad internacional en sus mediciones analíticas.

Gastos con cargo al  
Presupuesto Ordinario: \$ 8 273 873  
Gastos del Programa extrapresupuestario  
(no incluidos en el gráfico): \$ 13 485



1. Datos nucleares y atómicos para aplicaciones: \$ 1 955 333
2. Instrumentación nuclear: \$ 1 747 334
3. Física teórica (contribución): \$ 1 950 000
4. Utilización de reactores de investigación y aceleradores de partículas: \$ 574 362
5. Aplicaciones radioquímicas: \$ 1 543 047
6. Aplicaciones de la física del plasma e investigaciones en fusión controlada: \$ 503 797

## PANORAMA GENERAL

El Organismo siguió desempeñando su función global de suministrar datos nucleares y atómicos actualizados para su uso en todas las facetas de la ciencia y la tecnología nucleares, a través de la World Wide Web, CD-ROM y el sistema de recuperación de datos Telnet. Concluyó el establecimiento de un 'emplazamiento espejo' en el Brasil que beneficiará considerablemente a los científicos de la región de la América Latina y el Caribe. La inyección de haces de partículas cargadas es una modalidad común de calentamiento del plasma en los dispositivos de fusión, y un PCI sobre el tema permitió elaborar un conjunto de datos para secciones eficaces de intercambio de carga. En las paredes de los reactores de fusión que dan al plasma se utilizan materiales especiales, y los resultados de un PCI sobre el particular proporcionará datos valiosos con respecto a la interacción plasma-material.

Personas de los Estados Miembros de Asia oriental y América Latina recibieron capacitación en el funcionamiento y mantenimiento de sistemas de electrónica nuclear; con este fin se elaboraron juegos de materiales didácticos. Dos documentos técnicos sobre las aplicaciones de los reactores de investigación y la planificación estratégica para su empleo ayudarán a mejorar la utilización de este tipo de reactores. Los resultados de un PCI proporcionaron valiosa información sobre el uso de los haces de iones para materiales y dispositivos optoelectrónicos y semiconductores. Otro PCI propició el adelanto de la esfera de los radiofármacos basados en péptidos marcados con radioisótopos producidos por ciclotrones. Mediante la ejecución de un PCI se crearon capacidades autóctonas en los Estados Miembros para producir juegos destinados al análisis del antígeno específico de próstata (PSA) y otros marcadores de tumores. Se ultimó un documento sobre buenas prácticas de fabricación en la producción de radiofármacos, que se prevé incluir en un manual de la OMS sobre este asunto. La química radioanalítica y la arqueología se combinaron por primera vez en un PCI dedicado a investigaciones arqueológicas en la región de la América Latina. El Organismo continuó ayudando a los Estados Miembros en la implantación de medidas de garantía y control de calidad en sus laboratorios radioanalíticos y los alentó a obtener la acreditación de la ISO en relación con las actividades comerciales. En la esfera de la física del plasma y la investigación de la fusión controlada, se

están logrando progresos estables en la labor asociada a la construcción del reactor termo-nuclear experimental internacional (ITER). Las partes interesadas han solicitado que las actividades relacionadas con la fase de adaptación del diseño a condiciones concretas del emplazamiento sigan estando bajo los auspicios del Organismo.

## DATOS NUCLEARES Y ATÓMICOS PARA APLICACIONES

El Organismo centró sus esfuerzos en la tarea de dar a los Estados Miembros acceso conveniente y gratuito a los datos numéricos nucleares y atómicos necesarios para el desarrollo y mantenimiento de tecnologías y aplicaciones nucleares. Estas aplicaciones dependen de datos exactos y actualizados para describir con objetividad los procesos físicos subyacentes. Luego de los drásticos aumentos anuales registrados en su uso en los primeros años tras la introducción de los servicios en línea basados en la Web para las principales bases de datos nucleares, el número de datos recuperados por los usuarios en el servidor de datos nucleares del Organismo (<http://www-nds.iaea.org/>) se estabilizó este año a un ritmo constante. No obstante, los datos recuperados de bibliotecas y archivos de datos especializados creados en el marco de PCI y proyectos similares indican un aumento constante de accesos de usuarios. También ha sido constante el aumento de las solicitudes fuera de línea de los productos de datos

preparados por el Organismo. En el cuadro I se resumen estas tendencias de las modalidades de uso de los servicios de datos nucleares del Organismo.

En el Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) del Brasil comenzó a funcionar un emplazamiento espejo. Este sitio, cuyas actividades se llevan a cabo mediante un proyecto de cooperación técnica para la

***“El Organismo centró sus esfuerzos en la tarea de dar a los Estados Miembros acceso conveniente y gratuito a los datos numéricos nucleares y atómicos...”***

América Latina y el Caribe, tiene la misma capacidad para la búsqueda y recuperación de datos nucleares que el servidor de datos principal del Organismo en Viena y da acceso más rápido a los datos para muchos usuarios de la región, sobre todo del Brasil. Con el aumento de la colectividad de las redes regionales de la América Latina y el Caribe, este sitio también beneficiará a otros países de la región. En general, se observa una clara tendencia de crecimiento en el número de usuarios de los países en desarrollo. (Véase la figura 1.)

Los datos distribuidos en CD-ROM se actualizan periódicamente y se han elaborado programas de interfaz de calidad de acceso de

CUADRO I. DIFUSIÓN DE DATOS NUCLEARES POR PARTE DEL ORGANISMO

	1996	1997	1998	1999	2000
Datos recuperados a través de la Web de las principales bases de datos nucleares	—	23	4 276	9 581	9 642
Datos nucleares recuperados utilizando Telnet	5 700	7 350	2 700	2 180	1 387
Información sobre CD-ROM	—	—	205	420	648
Datos recuperados fuera de línea	800	1 900	1 995	2 290	2 557
Accesos a través de la Web a otros archivos y materiales de información	—	4 400	7 413	7 757	11 472

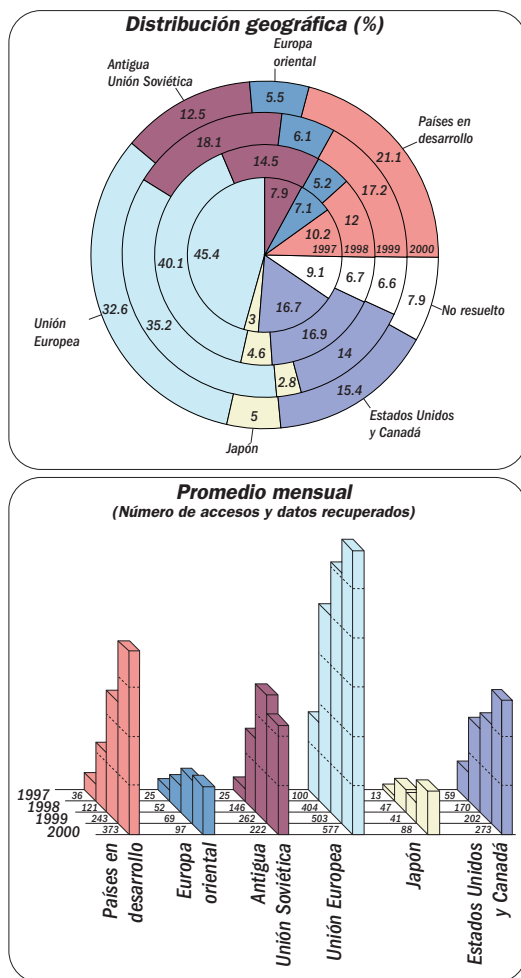


Figura 1. Los países en desarrollo constituyen el segundo grupo más numeroso de usuarios (después de los países de la Unión Europea) del servidor de datos nucleares del Organismo, y representan más del 20% de todos los accesos y datos recuperados. La figura indica las estadísticas de Internet correspondientes a los servicios de datos nucleares del Organismo, incluido el servidor espejo en el IPEN.

los datos semejante a los servicios en línea. Se preparó y distribuyó a los centros de datos cooperantes para su evaluación una versión de prueba en CD-ROM de la base de datos EXFOR de secciones eficaces de reacciones de carácter experimental utilizada como base de datos relacional, que contiene mayores capacidades de búsqueda y de trazado interactivo. Entre otros CD-ROM que distribuyó el Organismo se cuentan: una nueva versión de la base de datos, CINDA, que contiene un índice

bibliográfico sobre datos de neutrones microscópicos; códigos de pre-proceso actualizados para archivos de datos nucleares evaluados (PREPRO2000); una nueva versión de la biblioteca ENDF/B-VI de secciones eficaces evaluadas y la biblioteca JENDL de secciones eficaces de reacciones de dosimetría de neutrones.

Un nuevo proyecto para la búsqueda de soluciones de plataforma independiente destinadas a bases de datos nucleares compartidas en red comenzó a funcionar en cooperación con otros centros de datos. El objetivo de este esfuerzo en la programación de bases de datos y el acceso a los datos es ampliar la participación de los centros de datos cooperantes que trabajan en distintas plataformas (incluidas las CP). La tecnología también permitirá el acceso a los servicios de datos nucleares de redes locales, lo que es importante para laboratorios aislados de países en desarrollo con acceso insuficiente a la Internet.

Un gran volumen de datos sobre la erosión química de los materiales de paredes de dispositivos de fusión se añadió al Sistema de Información sobre Datos Atómicos y Moleculares en línea (AMDIS). Estos datos, producidos en un PCI recién concluido, son sumamente importantes para la elaboración de modelos de experimentos de reactores nucleares de fusión de todo el mundo. Los resultados representan un importante paso de avance en cuanto al número y exactitud de esos datos. También en 2000 se concluyeron dos bases de datos relacionadas con la desagregación física y la sublimación mejorada por irradiación del berilio, el carbono y el tungsteno y compuestos conexos.

Un PCI sobre datos de secciones eficaces de carga-intercambio para estudios de plasmas de fusión que culminó en 2000 produjo datos particularmente importantes para la elaboración de modelos de haces inyectados en plasmas generados en dispositivos experimentales de fusión nuclear. Los datos incluyen los resultados de mediciones experimentales y cálculos teóricos especialmente importantes para validar los modelos teóricos. Una característica notable de este PCI fue el uso de algunas de las mejores técnicas experimentales de que se dispone en la esfera.

## INSTRUMENTACIÓN NUCLEAR

El objetivo de un PCI que comenzó en 2000 es desarrollar y fomentar la aplicación de la espectrometría de partículas alfa. Sus beneficios son, entre otros, mejores sistemas instrumentales, cámaras de ionización de gas reticular de Frisch para muestras de grandes zonas, programa informático para análisis de espectros alfa y elaboración de materiales de referencia naturales para espectrometría alfa.

En un informe de Grupo Asesor se llegó a la conclusión de que las técnicas nucleares resultan muy apropiadas para determinar la existencia de un explosivo en un objeto enterrado. Por tanto, los sensores nucleares, dada su especificidad para los explosivos, pueden utilizarse en una plataforma de sensores múltiples para confirmar la presencia de explosivos. A este respecto, el Organismo explicó las posibilidades y ventajas de utilizar las técnicas nucleares para la remoción de minas con fines humanitarios en dos reuniones del Comité Permanente de Expertos sobre tecnologías para la remoción de minas, grupo de trabajo creado en el marco del Tratado de Ottawa.

Por conducto de sus laboratorios de Seibersdorf, el Organismo presta apoyo básico y transfiere tecnología a los Estados Miembros. En 2000 se realizaron, entre otras, las siguientes actividades importantes:

- Elaboración de nuevos juegos de material didáctico para la capacitación en electrónica nuclear, incluidos fuentes de alimentación, microcontroladores e instrumentos de protección.
- Creación de sistemas de suministro de energía y control para espectrómetros portátiles de fluorescencia X.
- Desarrollo y ensayo de un espectrómetro de fluorescencia X portátil basado en un tubo de rayos X de baja potencia y un detector de semiconductor de enfriamiento termoelectrónico. El espectrómetro puede utilizarse para estudiar objetos de arte.
- Creación de una base de datos para almacenar los resultados de experimentos obtenidos con el empleo de un sistema automático de exploración para detectores de grandes zonas.

- Adaptación de información seleccionada en la red comercial y de instrumentos de capacitación basados en la tecnología de la comunicación para electrónica nuclear y mantenimiento/repación de instrumentos basados en la tecnología de montaje en superficie.
- Instalación y evaluación de un sistema de fluorescencia X de dispersión de energía basado en un tubo de rayos X de alto voltaje.
- Evaluación de un método de parámetros fundamentales de retrodispersión para análisis cuantitativo in situ por fluorescencia X.
- Establecimiento de una red mundial de información para laboratorios de fluorescencia X.

## UTILIZACIÓN DE REACTORES DE INVESTIGACIÓN Y ACCELERADORES DE PARTÍCULAS

El centro de interés de las actividades desarrolladas en 2000 fue la elaboración de un conjunto de documentos y la creación de servicios de información para ayudar al gestor del

***“El objetivo de un nuevo PCI innovador es acoplar las instalaciones modelo de reactores de investigación con las instituciones receptoras para ampliar el uso de la dispersión de neutrones de ángulo pequeño...”***

reactor a atender a las cuestiones actuales relacionadas con el medio ambiente. A este respecto, la base de datos sobre reactores de investigación incluyó, por primera vez, información cuantitativa para la utilización de los reactores de investigación a efectos de determinar la eficacia de las actividades del Organismo en este campo.

El objetivo de un nuevo PCI innovador es acoplar las instalaciones modelo de reactores de investigación con las instituciones receptoras para ampliar el uso de la dispersión de

neutrones de ángulo pequeño (SANS). Las instalaciones acopladas trabajarán de consuno en el desarrollo de aspectos del SANS para que sea aplicable a una gama más amplia de instalaciones, como las que tienen potencia más baja, o en entornos más austeros donde no se dispone de servicios de apoyo para equipo de alta tecnología.

Otro PCI nuevo examinará el uso de las técnicas de haces de iones para el análisis de elementos ligeros en películas finas, incluida la elaboración de perfiles de profundidad. La primera reunión de coordinación de las investigaciones destacó la importancia de las técnicas

**“El análisis de los niveles en suero de PSA (antígeno específico de próstata) es un valioso instrumento para el diagnóstico y control de pacientes con cáncer de próstata...”**

de haces de iones al proporcionar información singular sobre importantes aspectos de investigación de los materiales, como la degradación por corrosión, y el papel de elementos ligeros como el hidrógeno, el carbono, el nitrógeno y el oxígeno en las propiedades eléctricas y estructurales de materiales avanzados.

Por último, un PCI sobre la aplicación de haces de iones de MeV para el desarrollo y caracterización de materiales semiconductores ayudó a los laboratorios participantes a mejorar notablemente su capacidad analítica para la caracterización de materiales. Otro beneficio fue el fomento de la colaboración entre los grupos de investigación participantes, que dio por resultado la publicación de numerosas revistas científicas en las esferas de la caracterización optoelectrónica de materiales y dispositivos semiconductores, la caracterización elemental de películas finas de semiconductores, y transformaciones de defectos en semiconductores. Además, varios laboratorios participantes mejoraron considerablemente su capacidad analítica para la caracterización de materiales.

En los Laboratorios del Organismo en Seibersdorf, se creó una versión electrónica de la base

de datos sobre aceleradores, a la que se tiene acceso en el sitio Web del Organismo (<http://www.iaea.org/worldatom/>). Además, se analizaron muestras arqueológicas en virtud de un acuerdo concertado con el Instituto Ruder Boskovic de Zagreb.

## APLICACIONES RADIOQUÍMICAS

Los radionucleidos con fines de diagnóstico y terapéuticos producidos en ciclotrones se utilizan cada vez más en medicina nuclear. Procedimientos de producción mejorados y más económicos y métodos eficientes de recuperación de blancos aumentarán su disponibilidad y reducirán su costo. Para lograr este objetivo, se inició un nuevo PCI con el fin de desarrollar blancos mejorados para la producción de yodo 123, yodo 124, paladio 103 y talio 201.

En 2000 finalizó un PCI sobre optimización de procedimientos de síntesis y control de calidad para la preparación de péptidos marcados con flúor 18 y yodo 123. Los participantes investigaron mejores rutas sintéticas para la producción de grupos prostéticos, incluidos los procedimientos para su purificación y control de calidad. Tres nuevos péptidos fueron definidos, sintetizados, radiomarcados y evaluados in vitro e in vivo. Entre los radiofármacos ensayados, uno parece ser de gran valor y podrá conducir a una nueva generación de reactivos específicos de receptores de somatostatina.

Las enfermedades infecciosas siguen siendo un importante problema de salud y causa de muerte en todo el mundo, sobre todo en los países en desarrollo. La formación de imágenes de medicina nuclear, dada su sensibilidad, ofrece una opción atrayente para el diagnóstico de infecciones focales. Un nuevo PCI destinado a la elaboración de juegos de radiofármacos de tecnecio 99m para la formación de imágenes de infecciones tiene la finalidad de crear compuestos marcados con tecnecio 99m con mejor especificidad y eliminación más rápida en la sangre, características necesarias para usos médicos.

El análisis de los niveles en suero de PSA (antígeno específico de próstata) es un valioso



instrumento para el diagnóstico y control de pacientes con cáncer de próstata, el segundo tipo de cáncer más frecuente entre los hombres. Los médicos recomiendan pruebas de PSA anuales conjuntamente con exámenes digitales rectales en hombres mayores de 50 años. La capacidad local para producir los juegos de análisis de PSA en cantidades suficientes y a un costo razonable resulta fundamental para iniciar este tipo de programas de examen en los países en desarrollo. Un PCI que finalizó en 2000 aprovechó la experiencia anterior adquirida en la elaboración de análisis radioinmunométricos de hormonas producidas en laboratorios nacionales. Entre los logros principales figuran: i) se elaboró una metodología para la purificación del PSA del plasma seminal, ii) se produjeron hibridomas segregadores de anti-PSA; iii) se obtuvieron pares igualados de anticuerpos monoclonales (MoAbs) para su uso en los análisis; y iv) se produjeron otros reactivos clave para análisis, incluidos patrones de PSA, trazador de MoAb marcado con yodo 125 y tubos revestidos con MoAb. Asimismo, los participantes en el PCI elaboraron juegos de análisis inmunorradiométrico (IRMA) de PSA utilizando reactivos y los validaron en relación con juegos importados. Con estos conocimientos técnicos los participantes podrán producir juegos IRMA de PSA total y libre a precios asequibles para atender a las necesidades nacionales e incluso regionales, además de crear juegos de este tipo para otros marcadores de tumores.

En los proyectos regionales de cooperación técnica de Europa y la América Latina sobre garantía de calidad/control de calidad para laboratorios analíticos nucleares, se pidió a las contrapartes que presentaran informes periódicos sobre la marcha de los trabajos, participaran en pruebas de aptitud y aceptaran las inspecciones de auditoría externa. Se consiguió en gran parte el objetivo de estos proyectos: ayudar a los laboratorios de los Estados Miembros a establecer un sistema de calidad completo de conformidad con la norma ISO/IEC 17025.

Un PCI recién concluido, que se llevó a cabo con la participación de la Smithsonian Institution de los Estados Unidos, combinó por primera vez el análisis de oligoelementos con

investigaciones arqueológicas. Una técnica bien establecida que entraña el reconocimiento de patrones y la técnica de “impresión de huellas” mediante el análisis por activación nuclear instrumental fue implantada en varios laboratorios de diversos países de la América Latina para determinar la procedencia de objetos antiguos de alfarería. El PCI abrió nuevas esferas de aplicación de las ciencias nucleares. Concretamente, se establecieron asociaciones entre el usuario de los datos analíticos (el arqueólogo) y el analista. Se formaron grupos nacionales integrados por científicos analistas y arqueólogos para formular la hipótesis de trabajo, recoger y preparar muestras, analizar los materiales y evaluar los conjuntos de datos.

La respuesta a la necesidad de instrumentos analíticos fiables en el análisis de especiación exige el uso de técnicas isotópicas y nucleares para la validación y elaboración de métodos. Por consiguiente, se comenzó un nuevo PCI para el desarrollo y validación del análisis de especiación mediante técnicas nucleares con miras a la validación en medio acuoso de métodos relacionados con especies de arsénico, selenio y cromo. El objetivo de este PCI es establecer instrumentos de especiación recomendados y validados para su empleo en los laboratorios de los Estados Miembros en desarrollo.

## **APLICACIONES DE LA FÍSICA DEL PLASMA E INVESTIGACIONES EN FUSIÓN CONTROLADA**

Mediante sus trabajos relacionados con la física del plasma y las investigaciones en fusión el Organismo continuó facilitando el intercambio de información técnica; fomentando la cooperación entre los principales laboratorios y los Estados Miembros en desarrollo; promoviendo aplicaciones indirectas; ayudando a los Estados Miembros en desarrollo a consolidar sus programas de investigación; y prestando apoyo para las actividades de diseño técnico (EDA) del ITER. El trabajo relativo a las EDA del ITER facilita la ejecución del proyecto ITER y la difusión de información técnica sobre los resultados de las

EDA, lo que también beneficia a los Estados Miembros en desarrollo.

Los participantes en la 18ª Conferencia del Organismo sobre energía de fusión celebrada en Sorrento (Italia) comunicaron que varios experimentos de tokamak (DIII-D, JET, JT-60U, ASDEX-U, TEXTOR y HT-7) habían

***“También se lograron resultados impresionantes en los experimentos de estelaradores, en especial el dispositivo helicoidal a gran escala superconductor.”***

excedido del límite teórico de densidad del plasma (el “límite de Greenwald”). Tales experimentos también demostraron la creación de una región del plasma con ritmo reducido de pérdida de calor (una “barrera interna en el transporte”), que mejora el balance energético del plasma. Se han inyectado pastillas de hidrógeno sólido para sostener la densidad del plasma. Se ha demostrado que la inyección de poderosos haces atómicos, radioondas o microondas ayuda a sostener la corriente del plasma y aumenta su estabilidad. También se lograron resultados impresionantes en los experimentos de estelaradores, en especial el dispositivo helicoidal a gran escala (LHD) superconductor.

En las centrales de energía de fusión inercial (IFE), poderosos rayos láser o haces de iones comprimen las pastillas de combustible del tamaño de guisantes hasta el punto de producirse intensas reacciones de fusión nuclear que originan pequeñas explosiones. Si estas explosiones se confinan en una cámara de combustión y se repiten varias veces por segundo, generan calor y electricidad. Atendiendo al reciente éxito alcanzado en las actividades experimentales, la IFE se encuentra ahora en la etapa en que se pueden obtener grandes beneficios de la cooperación internacional. Un nuevo PCI sobre los elementos del diseño de centrales nucleares con respecto a

la IFE ayudará a resolver cuestiones de interfaces tan fundamentales como las siguientes:

- Interfaz controlador/blanco (enfoque y uniformidad del haz que exige el blanco);
- Interfaz controlador/cámara (sistema óptico final, protección de magnetos, blindaje);
- Interfaz blanco/cámara (supervivencia del blanco durante la inyección, colocación del blanco y seguimiento).

Este PCI también evaluará la integración de los sistemas y los aspectos ambientales, de seguridad y económicos de las centrales IFE.

En una reunión de Comité Técnico celebrada en Chengdu (China) en relación con las aplicaciones de la investigación de la energía de fusión a la ciencia y tecnología, se destacaron varios beneficios industriales y sociales, o descubrimientos secundarios, de la investigación de la fusión. Por ejemplo:

- Los motores diesel-eléctricos híbridos que se utilizaron por primera vez en las fuentes de alimentación del Torus Europeo Conjunto ahora funcionan en el “Altrobus”, en Italia;
- Microcalorímetros patentados que fueron desarrollados para la investigación de la fusión se utilizan actualmente en plasmas industriales;
- El equipo electrónico desarrollado para el diagnóstico de las sondas de Langmuir en la investigación de la fusión se aplican ahora a la investigación espacial del plasma;
- Los modelos teóricos (por ejemplo, solución de ecuaciones de Fokker–Planck) elaborados para investigaciones del plasma se aplican actualmente en la elaboración de modelos financieros.

Una reunión de Comité Técnico celebrada en Madrid sirvió de foro para el examen de las investigaciones de blancos y cámaras de IFE. Las cuestiones técnicas fundamentales que hay que tener en cuenta para lograr la compresión de las pastillas son la iluminación uniforme de éstas por haces de rayos láser

suavizados, así como su uniformidad y esfericidad. Entre los temas debatidos figuraron: tecnologías de cámaras de combustión; interfaces cámara/láser; inyección de blancos; inte-

gración de sistemas; y cuestiones de seguridad y ambientales. La reunión también ayudó a fomentar la colaboración entre laboratorios grandes y pequeños.



# **Programa del Organismo para 2000: Seguridad**

# SEGURIDAD NUCLEAR

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Ayudar a lograr y mantener un alto nivel de seguridad de las instalaciones nucleares en explotación en todo el mundo, mediante la armonización internacional de las normas de seguridad y la prestación de asesoramiento y servicios.

## PANORAMA GENERAL

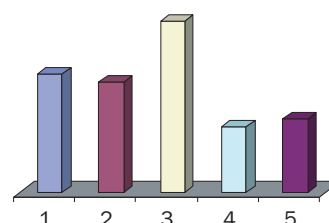
Las normas de seguridad internacionalmente aceptadas se están transformando en un elemento cada vez más importante de la cultura global de la seguridad nuclear, a medida que se adoptan y aplican, o se hace referencia a ellas de manera más amplia. Los esfuerzos por actualizar las normas de seguridad nuclear del Organismo ya están arrojando resultados tangibles, tales como la publicación, en 2000, de los Requisitos de seguridad sobre el diseño y la explotación de centrales nucleares (así como de los Requisitos de seguridad sobre infraestructura jurídica y gubernamental relacionada con la seguridad, publicados en la esfera de la seguridad, en general) y de las tres las Guías de seguridad en apoyo de dichos Requisitos.

El Organismo presta servicios de seguridad a petición de los Estados Miembros como medio para facilitar la aplicación de sus normas de seguridad y promover buenas prácticas de seguridad a escala internacional. Dichos servicios abarcan las esferas tratadas por las normas de seguridad, vale decir, el emplazamiento, el diseño y la explotación de centrales nucleares, la seguridad de los reactores de investigación y los aspectos reglamentarios de la seguridad, y continúan actualizándose y adaptándose con el fin de atender a las necesidades de los Estados Miembros. La continua y, en muchos casos creciente, demanda de estos servicios indica que los Estados Miembros los consideran beneficiosos para la seguridad.

Los resultados de los exámenes 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 las capacidades técnicas de los órganos reguladores. El número de sucesos significativos notificados por las centrales nucleares y los reguladores ha venido disminuyendo constantemente en los últimos ocho años, y se registra una tendencia general por parte de las compañías de electricidad y los reguladores a promover mejoras en la esfera de la cultura de la seguridad. En general, se evidencia una continua mejora de la seguridad operacional de las centrales nucleares en todo el mundo. Ahora bien, esta tendencia positiva podría verse amenazada por los cambios debidos a la mayor competencia resultante de la desregulación de los mercados de electricidad, la adopción de decisiones sociales/políticas encaminadas al cierre temprano de las centrales y el realineamiento económico de muchos países.

Visto que la seguridad de los reactores de investigación sigue siendo motivo de preocupación, el Organismo ha emprendido un mayor número de actividades y continúa estudiando opciones

Gastos con cargo al  
Presupuesto Ordinario: \$ 5 217 968  
Gastos del Programa extrapresupuestario  
(no incluidos en el gráfico): \$ 1 811 632



1. Evaluación de la seguridad de las centrales nucleares: \$ 1 143 373
2. Seguridad técnica y del diseño: \$ 1 077 237
3. Seguridad operacional: \$ 1 660 428
4. Seguridad de los reactores de investigación: \$ 631 663
5. Actividades reglamentarias relacionadas con la seguridad nuclear: \$ 705 267

para fortalecer los arreglos internacionales en esta esfera.

## **EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD DE LAS CENTRALES NUCLEARES**

Se elaboraron documentos técnicos para prestar asistencia en la aplicación de las directrices del Organismo sobre análisis de accidentes de centrales nucleares y sobre programas de gestión de accidentes. Estos documentos abarcaron el análisis por códigos de computadora de los fenómenos producidos en el interior de las vasijas durante accidentes graves, la incor-

***“Los resultados obtenidos ayudarán a las centrales a adquirir capacidades independientes para el análisis de accidentes y pueden aplicarse a todos los reactores de potencia RBMK de la primera generación.”***

poración de metodologías avanzadas para el análisis de accidentes en los informes sobre el análisis de la seguridad (SAR), la aplicabilidad de los códigos de computadora para el análisis de los criterios relacionados con la seguridad del combustible y la capacitación del personal encargado de la gestión de accidentes. En el marco de una actividad conexa, el Organismo inició en 2000 un nuevo servicio, a saber, el servicio de Examen de los programas de gestión de accidentes (RAMP). Para 2001 se ha programado una misión de examen experimental a la central nuclear de Krško en Eslovenia.

En 2000 se concluyó la primera fase de un proyecto extrapresupuestario sobre análisis de accidentes en relación con la central nuclear Kursk-1, en la Federación de Rusia (una unidad RBMK-1000). Mediante una evaluación detallada de los modelos empleados, se validó la metodología de análisis utilizando códigos de computadora tanto de otros países como rusos. Los resultados obtenidos ayudarán a las centrales a adquirir capacidades independientes para el análisis de accidentes y pueden aplicarse a todos los reactores de

potencia RBMK de la primera generación. La segunda fase del proyecto consistirá en la elaboración de un programa de capacitación.

En 1999, la Comisión Asesora sobre Normas de Seguridad (ahora denominada Comisión sobre Normas de Seguridad) pidió a la Secretaría que preparara un informe sobre la situación actual de los reglamentos nacionales y las cuestiones relacionadas con la seguridad con respecto a las instalaciones del ciclo del combustible nuclear distintas de las centrales nucleares y los reactores de investigación. El informe, que se ultimó en 2000, llegó a la conclusión de que actualmente se encuentran en funcionamiento en todo el mundo más de 250 instalaciones de diferentes tipos y potencias, y de que unas 60 instalaciones se encuentran en la etapa de diseño o en construcción. Aunque algunos de los peligros para la seguridad en las instalaciones de reactores y las que no son reactores son similares, existen algunos problemas de seguridad específicos en las instalaciones del ciclo del combustible que no son reactores, que deben tenerse en cuenta en el momento de su diseño y explotación, tales como la criticidad, la toxicidad química y los peligros de incendio y explosión. A petición de la Comisión, la Secretaría preparó una propuesta relativa a un conjunto integrado de normas de seguridad para abordar la cuestión de la seguridad de las instalaciones del ciclo del combustible nuclear que no son reactores. Sobre la base de esta propuesta, la Comisión pidió a la Secretaría que iniciara la elaboración de estas normas en 2001-2003.

Además de los métodos deterministas relacionados con la seguridad, los explotadores, al igual que los reguladores, están utilizando mayormente los resultados de los análisis probabilistas de la seguridad (APS) en la adopción de decisiones relacionadas con la seguridad. En un documento preparado con el fin de compilar información sobre la situación de la aplicaciones del APS en los Estados Miembros y la experiencia en su utilización se demuestra que, en la esfera del diseño, el APS se utiliza principalmente para determinar y priorizar las mejoras de la seguridad. No obstante, en el caso de los nuevos diseños, también se realizan APS para ayudar a determinar las vulnerabilidades de las centrales y

las dependencias importantes entre los sistemas. Generalmente, los APS ya forman parte del SAR de una nueva central o del examen periódico de la seguridad de una central existente.

En la esfera de la seguridad operacional, los APS se utilizan para optimizar las especificaciones técnicas y programas de mantenimiento, controlar la configuración de la central y analizar la importancia de los incidentes desde el punto de vista de la seguridad. Los órganos reguladores también están utilizando crecientemente los APS. Por lo tanto, las actividades del Organismo en esta esfera se centran en promover la calidad y coherencia de los APS como requisito previo para su aplicación en la adopción de decisiones. Se crearon grupos de trabajo para comparar los resultados de los APS de tipos similares de centrales nucleares y compilar datos sobre la fiabilidad de los componentes de las centrales para su utilización en los APS. El Organismo preparó directrices sobre la realización de APS en régimen de parada y baja potencia y sobre el examen reglamentario de los APS de nivel 2.

Se realizaron seis misiones de Grupo internacional de examen para analizar los APS y proporcionar orientaciones sobre la utilización de los resultados de los APS (véase el cuadro A3 del Anexo). Aunque los resultados de estos exámenes dependen de los distintos estudios, las deficiencias se refieren, en general, a la estimación de las frecuencias para los sucesos iniciadores, la definición de los criterios relacionados con la eficacia de los sistemas para los sucesos con pérdida de refrigerante, y la determinación y elaboración de modelos de errores humanos y fallos debidos a causa común. A menudo se han determinado deficiencias en el proceso de garantía de calidad del APS y la preparación de la documentación de apoyo.

En un documento técnico sobre indicadores del comportamiento de la seguridad operacional de las centrales nucleares, publicado en 2000, se resumen los resultados de las actividades realizadas por el Organismo en los últimos años. Se especificaron los atributos fundamentales de la seguridad operacional, es decir, los factores que más contribuyen a determinar

si una central funciona de manera segura. Para cada uno de estos atributos se establecieron indicadores mensurables de carácter general, estratégico y específico. Se sometió a prueba la estructura propuesta mediante estudios experimentales en cuatro centrales, adaptándose sus estructuras generales para reflejar las consideraciones específicas de cada una de ellas. El Organismo también organizó, juntamente con la AEN/OCDE, una reunión de especialistas sobre este tema. Tanto del informe como de la reunión se desprendió la necesidad de realizar actividades adicionales en varias esferas. Algunas de ellas se vienen abordando mediante un PCI sobre temas metodológicos y la recopilación y el análisis de datos y, en el marco de una sesión de la Conferencia Internacional sobre Cuestiones de actualidad en materia de seguridad nuclear, que el Organismo celebrará en septiembre de 2001, se examinará la viabilidad de establecer un sistema internacional de indicadores del comportamiento de la seguridad.

En el marco de un programa extrapresupuestario sobre la seguridad de las instalaciones nucleares de países del Sudeste de Asia, el Pacífico y el Lejano Oriente se realizan actividades encaminadas al fortalecimiento de los órganos reguladores y la seguridad de las centrales nucleares y los reactores de investigación de China, Filipinas, Indonesia, Malasia, Tailandia y Viet Nam. Entre las medidas adoptadas figuran el establecimiento de procesos para la concesión de licencias y de sistemas de inspección y ejecución en relación con los reactores de investigación. Tras la orientación y capacitación proporcionadas al órgano regulador de Indonesia, se está preparando un sistema para la cualificación de inspectores. Se organizaron varias actividades de capacitación a nivel regional y nacional, y los participantes en las mismas, vale decir reguladores y explotadores de centrales nucleares y reactores de investigación, indicaron que dichas actividades habían sido muy útiles para aumentar sus conocimientos y competencia técnica respecto de la seguridad nuclear.

El Organismo inició actividades en varios países con el fin de ampliar el alcance y mejorar la calidad técnica de los informes sobre el análisis de la seguridad de los reactores de

investigación. Se prestó asistencia a China en el examen del informe sobre el análisis de la seguridad de la central nuclear WWER-1000 que se está construyendo en Tianwan, particularmente en relación con las esferas del APS, la integridad de los componentes y el diseño conceptual de los sistemas de

**“El Organismo inició actividades en varios países con el fin de ampliar el alcance y mejorar la calidad técnica de los informes sobre el análisis de la seguridad de los reactores de investigación.”**

instrumentación y control, así como en lo que respecta a la iniciación de exámenes periódicos de la seguridad de la central nuclear Qinshan-1.

Sobre la base de los perfiles nacionales de seguridad nuclear elaborados en los últimos años, así como de la información obtenida de las misiones de asistencia, el Organismo elaboró, junto con los países que reciben asistencia en materia de seguridad nuclear en el marco del programa de cooperación técnica, planes de acción sobre seguridad nuclear. Estos planes indican prioridades en relación con el establecimiento y el mantenimiento de una infraestructura de seguridad nuclear que cumpla los requisitos de las normas de seguridad del Organismo.

## **SEGURIDAD TÉCNICA Y DEL DISEÑO**

En 2000 se publicaron Requisitos de seguridad revisados para el diseño de centrales nucleares. En ellos se especifican los requisitos de diseño internacionalmente acordados respecto de las estructuras, sistemas y componentes de importancia para la seguridad que deben cumplirse para la explotación segura de una central nuclear, y para prevenir o mitigar las consecuencias de sucesos que podrían poner en peligro la seguridad. También se especifican los requisitos para un amplio análisis determinista y probabilista de la

seguridad de las centrales nucleares en explotación y se tienen en cuenta las novedades más recientes en cuanto a los enfoques relacionados con la seguridad. Dichos Requisitos sustituyen al *Código sobre la seguridad de las centrales nucleares: Diseño*, de 1988.

En 2000 también se publicó la primera de una serie de Guías de seguridad elaboradas en apoyo de los Requisitos de seguridad, sobre programas para sistemas informáticos importantes para la seguridad. Otras dos Guías de seguridad, una sobre sistemas de instrumentación y control importantes para la seguridad y otra sobre evaluación y verificación de la seguridad, han sido aprobadas para su publicación, y actualmente se encuentran en la etapa de preparación otras nueve Guías de seguridad revisadas sobre seguridad del diseño.

El Organismo publicó directrices para la prestación de servicios de examen de la seguridad de los programas informáticos. Ésta es la cuarta de las cinco esferas abarcadas por los servicios de examen de la seguridad técnica respecto de las que se han publicado directrices: ya se han publicado directrices para los grupos de evaluación de la gestión del envejecimiento, los servicios de examen de la seguridad del diseño y los servicios de examen de la seguridad contra incendios, y próximamente se publicarán las directrices para los servicios de examen de la seguridad sísmica.

Aunque en el marco del examen de la seguridad del diseño del reactor modular de lecho de bolas (PBMR) de Sudáfrica, realizado por el Organismo, se formularon varias recomendaciones fundamentales encaminadas a mejorar la seguridad del diseño y hacer más completa la demostración de la seguridad, no se determinó ningún vicio fundamental en la esfera de la seguridad que pudiera impedir el éxito del proyecto. A fin de superar el problema de la falta de normas de seguridad bien establecidas para este tipo de reactores, el Organismo inició una investigación a fondo de todos los aspectos relacionados con la seguridad de los reactores modulares de alta temperatura refrigerados por gas y sus repercusiones sobre las normas de seguridad existentes. Un grupo examinó igualmente la seguridad del diseño del reactor coreano de la próxima generación



(KNGR), así como los requisitos reglamentarios y las orientaciones conexos. El impacto de los exámenes realizados por el Organismo de la seguridad de los nuevos diseños ha sido muy importante para los Estados que los están desarrollando y para la comunidad internacional. La aceptación a escala internacional de los diseños innovadores y las normas de diseño depende de la solución eficaz de las cuestiones relacionadas con la seguridad del diseño, y los exámenes del Organismo proporcionan una base técnica y objetiva para esta evaluación. La experiencia adquirida de estos exámenes permitirá al Organismo desempeñar una función central en el desarrollo de enfoques de la seguridad de los reactores de diseño innovador o en evolución.

En el marco de su programa de cooperación técnica, el Organismo organizó una misión de examen de las unidades 1 y 2 de la central nuclear de Bohunice, en Eslovaquia, que son de diseño WWER-440/230 de la primera generación. Tras examinar la documentación y hacer el recorrido de la central, el grupo de examen llegó a la conclusión de que se había elaborado, y ya se estaba aplicando, un programa amplio y bien justificado para la mejora de la seguridad. Este programa define un nuevo expediente de seguridad que satisface los requisitos nacionales y, en algunos casos, va más allá de las recomendaciones del Organismo para la mejora de la seguridad de los reactores de esta generación. Otra misión examinó el programa de modernización de las unidades 5 y 6 de la central nuclear de Kozloduy, en Bulgaria. Ambos exámenes demostraron los notables progresos alcanzados en la esfera de la seguridad de las centrales nucleares WWER en el último decenio.

En los últimos cinco años, el Organismo ha enviado aproximadamente una docena de misiones a la República Islámica del Irán para abordar varios aspectos relacionados con la seguridad de la central nuclear de Bushehr. El diseño de esta central es único, ya que las estructuras de ingeniería civil de una central PWR parcialmente construida se vienen utilizando para un reactor WWER-1000. Dichas estructuras también han sufrido daños causados por las guerras y han sido ulteriormente reparadas, lo que hace que este proyecto

plantee aun mayores dificultades. En 2000, el Organismo realizó un examen de la seguridad de algunos capítulos seleccionados del Informe preliminar de análisis de la seguridad (PSAR) de la unidad 1 a fin de evaluar la seguridad y formular observaciones y recomendaciones encaminadas a lograr que el diseño se ajuste mayormente a sus normas de seguridad. Otra misión visitó a la autoridad iraní encargada de la seguridad con el fin de prestarle asistencia en su examen del PSAR.

***“Ambos exámenes demostraron los notables progresos alcanzados en la esfera de la seguridad de las centrales nucleares WWER en el último decenio.”***

La fisuración intergranular por tensocorrosión de las tuberías de acero inoxidable es un problema de seguridad reconocido en el caso de los reactores refrigerados por agua. 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 en explotación a establecer programas de mitigación eficaces, mediante la transferencia de tecnología y el suministro de capacitación y orientación. Entre las primeras actividades realizadas en el marco de este programa figuraron dos cursos de capacitación, uno sobre la inspección basada en los riesgos y otro sobre pruebas ultrasónicas avanzadas para la detección, caracterización y reparación de la fisuración. Además, se proporcionó a los países con reactores RBMK en explotación un amplio paquete de información elaborado en los Estados Unidos de América.

## **SEGURIDAD OPERACIONAL**

En 2000 se elaboró una publicación que contiene los Requisitos de seguridad revisados para la explotación de centrales nucleares y en la que se especifican los requisitos internacionalmente acordados que, a la luz de la experiencia adquirida y el estado actual de la

tecnología, deben cumplirse para garantizar la explotación segura de las centrales nucleares. Esta publicación sustituye al *Código sobre la seguridad de las centrales nucleares: Explotación*, de 1988. Asimismo, en 2000 se publicaron las primeras dos de una serie de Guías de seguridad elaboradas en apoyo de los Requisitos de seguridad, una sobre seguridad contra incendios durante las operaciones y otra sobre límites y condiciones operacionales y procedimientos de explotación. Otras dos Guías de seguridad, una sobre modificaciones de la central y otra sobre la organización

**“La gestión de la seguridad operacional y la cultura de la seguridad requiere un amplio y equilibrado conjunto de instrumentos de evaluación e indicadores de comportamiento ...”**

explotadora, han sido aprobadas para su publicación, y actualmente se encuentran en la etapa de preparación otras siete Guías de seguridad nuevas y revisadas sobre seguridad operacional.

El proceso relacionado con las misiones de Grupo de Examen de la Seguridad Operacional (OSART) ya suele incluir normalmente la realización de un seminario de autoevaluación con bastante antelación a la misión, lo que permite al explotador iniciar el proceso de mejora hasta dos años antes de la misión de evaluación. Hasta la fecha se han realizado siete seminarios de ese tipo. En el caso de la mayoría de las centrales, el mejoramiento de las normas de explotación y gestión durante el período comprendido entre el seminario de autoevaluación y la misión de seguimiento OSART es visible y demostrable (véase el cuadro A4 del Anexo).

Algunos Estados Miembros, tales como Alemania, Francia, la India y el Reino Unido, realizan sus propios exámenes internos del comportamiento operacional de las centrales. Por invitación de Francia, el Organismo asistió a un examen interno de la central nuclear

de Dampierre con el fin de vigilar y formular observaciones sobre el proceso francés y poner a prueba las directrices elaboradas por el Organismo para la evaluación externa de los procesos nacionales de examen. Se consideró que el proceso francés era exhaustivo y eficaz. Sobre la base de las enseñanzas extraídas, a principios de 2001 se ultimarán las directrices del Organismo y se ofrecerá un servicio a los Estados Miembros para ayudarles a evaluar la eficacia de sus procesos de examen.

La gestión de la seguridad operacional y la cultura de la seguridad requiere un amplio y equilibrado conjunto de instrumentos de evaluación e indicadores de comportamiento que puedan ser utilizados tanto por los explotadores como por los reguladores. En 2000, el Organismo celebró tres reuniones con personas que tenían experiencia en la aplicación eficaz de procesos e instrumentos de evaluación de la cultura de la seguridad, a fin de intercambiar experiencias y publicar las prácticas que se han aplicado con éxito. Vista la posibilidad de que los encargados de la gestión dejen de prestar la debida atención a la seguridad, como resultado de las presiones competitivas, financiera y políticas que enfrenta la industria, gran número de compañías eléctricas y reguladores están aplicando ahora un conjunto más amplio de indicadores, tales como los establecidos por el Organismo en los últimos tres años y que se publicaron en 2000.

La experiencia adquirida en materia de explotación se ha utilizado con éxito durante muchos años para mejorar el comportamiento operacional. El Organismo ha seguido desarrollando su nuevo y amplio método de cooperación con los Estados Miembros para evaluar la eficacia del programa de aplicación de la experiencia operacional y las medidas correctoras a nivel de toda la central nuclear, y para mejorarlo. En 2000 se elaboraron directrices para un nuevo servicio, a saber, el Servicio de examen por homólogos de la experiencia en el comportamiento de la seguridad operacional (PROSPER) y se realizó una misión experimental en el Reino Unido. Como resultado de los siete seminarios y talleres introductorios realizados en cinco Estados Miembros se recibieron solicitudes de nuevas misiones. (Véase el cuadro A5 del Anexo.)

Se realizaron tres visitas a la central nuclear de Chashma, en Pakistán, a fin de ayudar a sus directores a mejorar sus capacidades para explotar la central de manera segura. Se estableció un comité asesor conjunto del Organismo y el Pakistán encargado de supervisar la gestión eficaz de las operaciones de la central. La unidad de Chashma, de la que se han hecho cargo ahora los explotadores pakistaníes, ya se ha puesto en marcha y el Organismo continúa prestando asistencia.

Como parte de su mayor colaboración con la AMEIN, el Organismo hizo presentaciones ante funcionarios superiores de las compañías eléctricas y directores de las centrales y los órganos reguladores de Ucrania y la Federación de Rusia. Estas presentaciones se centraron en las capacidades del Organismo para la cooperación en esferas tales como la autoevaluación, la experiencia de explotación y la gestión de la seguridad y la cultura de la seguridad. Ulteriormente, la Federación de Rusia solicitó la asistencia del Organismo en la elaboración de un programa de autoevaluación a nivel de compañías eléctricas basado en las normas del Organismo. Asimismo, ha pedido que el Organismo dirija un seminario sobre autoevaluación en la central nuclear de Kalinin.

## **SEGURIDAD DE LOS REACTORES DE INVESTIGACIÓN**

En una carta dirigida al Director General del Organismo en abril de 2000, el Presidente del Grupo Internacional Asesor en Seguridad Nuclear (INSAG) resume “tres cuestiones de seguridad principales” en relación con los reactores de investigación: el creciente envejecimiento de los reactores de investigación en explotación; el gran número de estos reactores que están en régimen de parada, pero no clausurados; y el número de reactores de investigación no sometidos a un control reglamentario adecuado. El INSAG también sugirió que se estudiara la posibilidad de elaborar un instrumento jurídico que se ocupara de la cuestión de la seguridad de dichos reactores. En respuesta a estas inquietudes, el Organismo ha adoptado medidas encaminadas a

fortalecer sus actividades relacionadas con la seguridad de los reactores de investigación. Por ejemplo, los servicios de examen conceden ahora mayor prioridad a la evaluación de la eficacia reglamentaria y la prestación de ayuda para su mejora, así como a los aspectos relacionados con la seguridad operacional, tales como la gestión de la seguridad y la cultura de la seguridad.

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. En la

***“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.”***

resolución GC(44)/RES/14 de la Conferencia General se pidió a la Secretaría que continuara estudiando las opciones para fortalecer los arreglos internacionales relacionados con la seguridad de los reactores de investigación, teniendo en cuenta la información recibida del INSAG y otros órganos pertinentes, y que continuara vigilando estrechamente los reactores de investigación abarcados por dichos acuerdos. Por consiguiente, durante 2000 se enviaron ocho misiones de examen de la seguridad a reactores de investigación abarcados por tales acuerdos. Algunos reactores tienen problemas de seguridad específicos que requieren soluciones urgentes, y el Organismo está desempeñando un papel activo en los esfuerzos por hacer frente a estos casos. A este respecto, las misiones enviadas en 2000 a Colombia, Nigeria y la República Democrática del Congo encontraron, en cada caso, que la situación había mejorado considerablemente.

Por último, en 2000 se celebró la primera reunión del sistema de notificación de incidentes en reactores de investigación, que tiene por objeto proporcionar, en el caso de dichos

reactores, beneficios similares a los proporcionados por el sistema de notificación de incidentes en centrales nucleares. Actualmente participan en dicho sistema 27 Estados Miembros.

## **ACTIVIDADES REGLAMENTARIAS RELACIONADAS CON LA SEGURIDAD NUCLEAR**

El servicio de Grupos internacionales de examen de la situación reglamentaria (IRRT)

***“... se viene prestando especial atención a la independencia de jure y de facto del órgano regulador y a los recursos financieros y humanos.”***

se centra en la reglamentación de las centrales nucleares y los reactores de investigación (véase el cuadro A10 del Anexo). No obstante, este servicio se ocupa ahora, a petición de los Estados Miembros, de la reglamentación de la seguridad radiológica, de los desechos radiactivos y del transporte. Tras las observaciones formuladas por la primera Reunión de examen de la Convención sobre Seguridad Nuclear, se viene prestando especial atención a la independencia de jure y de facto del órgano regulador y a los recursos financieros y humanos. Aunque muchas de las recomendaciones de mejoras formuladas durante las misiones IRRT se aplican de manera específica a las circunstancias particulares de los países, algunas cuestiones de interés más general son las siguientes:

- La necesidad de que la legislación defina claramente las funciones y responsabilidades de todos los órganos gubernamentales que intervienen en el proceso de reglamentación, así como de otorgar a estos órganos las facultades adecuadas para cumplir dichas responsabilidades;
- La necesidad de garantizar que los recursos asignados al órgano regulador sean suficientes para que éste pueda funcionar eficazmente;

- La importancia de una coordinación eficaz entre los distintos órganos reguladores encargados de los diferentes aspectos de una instalación o actividad;
- El papel que desempeña el órgano regulador en el desarrollo de la cultura de la seguridad en las organizaciones explotadoras de la central.

El Sistema de Notificación de Incidentes (IRS), que funciona conjuntamente con la AEN de la OCDE, fue establecido a principios del decenio de 1980 con el objeto de intercambiar información sobre sucesos inusuales en centrales nucleares, además de contribuir a aumentar el conocimiento de los problemas reales y potenciales relacionados con la seguridad. Como se indica en la figura 1, en 2000 los países participantes presentaron 68 informes. La tasa de notificaciones parece estar estabilizando en unos 100 sucesos anuales, o menos. Un factor que también influye en esta cifra es la no notificación al sistema de los sucesos repetitivos que no aportan ninguna nueva información.

Las incertidumbres respecto del futuro de la energía nucleoelectrónica en numerosos países y la consiguiente falta de interés de las personas cualificadas por trabajar en la esfera nuclear es motivo de gran inquietud a nivel internacional. La situación es particularmente preocupante en vista de que las oportunidades de enseñanza a nivel más elevado en la esfera de la ingeniería nuclear se han reducido considerablemente como resultado de la eliminación de los departamentos de ingeniería nuclear en muchas universidades, así como del envejecimiento de las instalaciones de investigación. A ello se suma el envejecimiento de la actual fuerza de trabajo, que no se está renovando. Ante esta situación, y en respuesta a una resolución de la Conferencia General, el Organismo está fortaleciendo sus actividades de capacitación en la esfera de la seguridad nuclear. Actualmente se ofrecen varios nuevos cursos, que abarcan la seguridad nuclear básica, la seguridad operacional y del diseño, las infraestructuras de reglamentación y el análisis de accidentes. En 2000 se celebraron cursos en centros de Alemania, el Brasil, Eslovenia y los Estados Unidos de América. También se están preparando módulos de

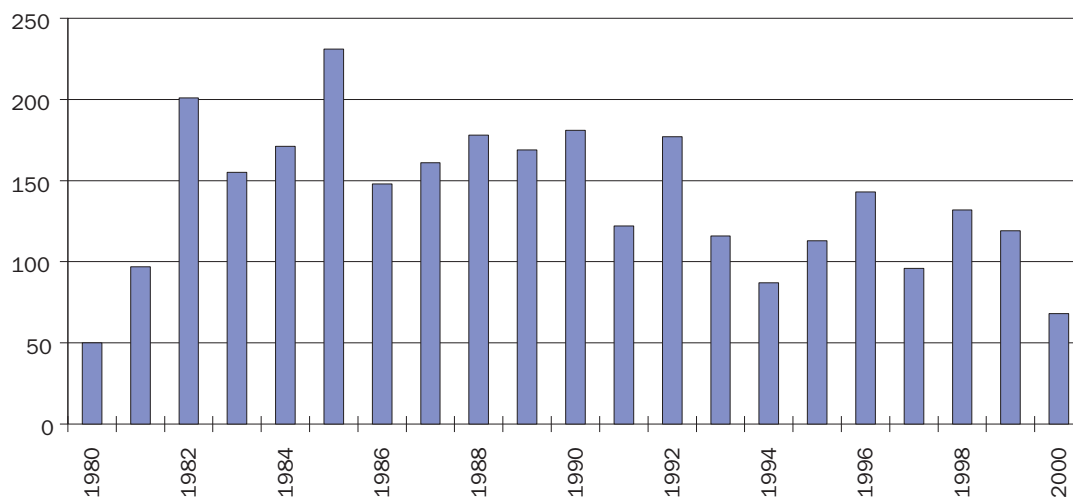


Figura 1. Sucesos notificados al IRS, 1980 a 2000

enseñanza para el aprendizaje a distancia en materia de seguridad nuclear, física de los reactores y termohidráulica. Además, se preparó un documento técnico sobre la elaboración de programas de capacitación para el personal que intervendrá en el estableci-

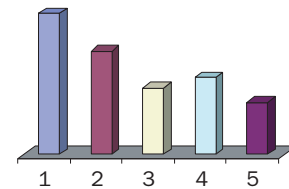
miento sistemático de las capacidades y la capacitación de las organizaciones reguladoras. Por último, el Organismo es miembro de un grupo especial internacional establecido por la AEN/OCDE para proponer medidas encaminadas a abordar este problema.

# SEGURIDAD RADIOLÓGICA

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Promover la seguridad radiológica mediante el establecimiento de normas de seguridad pertinentes, la aplicación de estas normas, el cumplimiento de las normas y requisitos del Organismo en materia de protección radiológica, así como mediante la prestación de asesoramiento y servicios a los Estados Miembros en el marco del programa de cooperación técnica y las Convenciones sobre la pronta notificación de accidentes nucleares y sobre asistencia en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica.

Gastos con cargo al  
Presupuesto Ordinario: \$ 3 394 319  
Gastos del Programa extrapresupuestario  
(no incluidos en el gráfico): \$ 284 662



1. Protección radiológica: \$ 1 083 924
2. Seguridad de fuentes de radiación y de materiales radiactivos: \$ 795 155
3. Transporte seguro de materiales radiactivos: \$ 513 855
4. Emergencias radiológicas: \$ 597 696
5. Servicios operacionales de vigilancia y protección radiológicas: \$ 403 689

## PANORAMA GENERAL

La infraestructura de reglamentación de la seguridad radiológica continúa siendo una esfera de trabajo importante para el Organismo. Durante 2000 se realizaron exámenes por homólogos de las infraestructuras nacionales de seguridad radiológica de un total de 24 Estados Miembros. Se siguió aplicando el Plan de acción relativo a la seguridad tecnológica de las fuentes de radiación y a la seguridad física de los materiales radiactivos: se acordó un sistema de categorización que ayudará a los reguladores nacionales a establecer prioridades entre sus actividades; se acordó un código internacional de conducta para fomentar las buenas prácticas en los Estados Miembros; y una conferencia internacional brindó a los reguladores nacionales la oportunidad de intercambiar información y experiencias. Se mejoró el sistema de respuesta a emergencias radiológicas a fin de mejorar la capacidad del Organismo para atender a las necesidades de información de los Estados Miembros en caso de sucesos no abarcados por la Convención sobre pronta notificación. Los resultados de actividades de intercomparación internacional concluidas en 2000 pusieron de manifiesto los progresos que están realizando los servicios nacionales de vigilancia radiológica en los países participantes en el proyecto modelo de cooperación técnica.

## PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Se aprobó una Guía de seguridad sobre protección radiológica en exposiciones médicas. Esta publicación proporciona a los Estados Miembros orientación sobre los enfoques y arreglos nacionales para facilitar el cumplimiento de los requisitos de las Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación. Estos arreglos incluyen la participación de organismos profesionales en la elaboración de protocolos relativos a la protección de los pacientes que deberán aplicarse en las instituciones médicas.

La Secretaría estableció un nuevo servicio para examinar las infraestructuras de reglamentación de los Estados Miembros en materia de seguridad radiológica. Aunque este servicio está a disposición de todos los Estados Miembros, está especialmente destinado a los que no tienen programas nucleoelectrónicos, por lo que complementará el servicio del Grupo Internacional de examen de la situación reglamentaria (IRRT), que incluye la reglamentación de la seguridad radiológica y de los desechos, pero que se centra en los Estados que producen energía nucleoelectrónica. En 2000 se llevó a cabo un examen por homólogos de este tipo en Irlanda. Asimismo, se realizaron exámenes por homólogos en China, Indonesia, Malasia, el Pakistán, la República de Corea y Singapur.

En 2000 concluyó un proyecto modelo de cooperación técnica sobre mejoramiento de las infraestructuras de seguridad radiológica y de los desechos que venía proporcionando asistencia a 52 Estados Miembros. Durante ese año, el Organismo envió misiones de examen por homólogos a 17 Estados participantes para evaluar los progresos hacia la consecución de los dos primeros hitos del proyecto modelo, a saber, un sistema de control de las fuentes de radiación y un sistema de vigilancia de la exposición ocupacional. En todos los países visitados se habían realizado adecuados progresos y se habían elaborado planes de acción para facilitar la ejecución del proyecto.

En 2000 concluyó un PCI sobre protección radiológica en radiología de diagnóstico. El objetivo principal era iniciar programas de

optimización en los hospitales participantes mediante la introducción de un sistema de control de la calidad de las mediciones, la evaluación de las dosis suministradas a los pacientes y la calidad de las imágenes. Se lograron reducciones considerables de las dosis recibidas por los pacientes sin menoscabo de la calidad de las imágenes mediante medidas simples y económicas, tales como filtración adicional, voltajes más elevados, corrientes más bajas y la utilización de combinaciones apropiadas de película y pantalla. El PCI promovió el reconocimiento de la importancia de la aplicación práctica de los protocolos de control de calidad y creó un conjunto de conocimientos especializados sobre la protección radiológica de los pacientes en cada país. También fomentó la interacción y cooperación estrechas con los diferentes profesionales que intervienen en la prestación de atención sanitaria en un departamento de radiología (técnicos de cuartos oscuros, radiografías, físicos médicos y radiólogos).

Se elaboró un CD-ROM configurado para todo tipo de búsquedas y que contiene el texto completo de todas las normas de seguridad del Organismo existentes en relación con la protección radiológica ocupacional: la publicación de Nociones fundamentales de seguridad sobre protección radiológica y la seguridad de las fuentes de radiación, las Normas básicas internacionales de seguridad y tres Guías de seguridad sobre protección radiológica ocupacional. El CD-ROM está copatrocinado por la Oficina Internacional del Trabajo.

## SEGURIDAD DE FUENTES DE RADIACIÓN Y DE MATERIALES RADIATIVOS

Como parte de sus actividades encaminadas a la aplicación del Plan de acción relativo a la seguridad tecnológica de fuentes de radiación y a la seguridad física de los materiales radiactivos, aprobado por la Junta de Gobernadores y refrendado por la Conferencia General en septiembre de 1999, el Organismo elaboró un sistema sencillo, de aplicación general, para la categorización de las fuentes de radiación. Las fuentes se clasifican según el daño que puedan causar, de modo que los

controles a aplicar serán proporcionados a los riesgos radiológicos que entrañen las fuentes (y los materiales contenidos en ellas). Las categorías resultantes son:

- *Categoría 1 (riesgo elevado):* fuentes de radiografía industrial, fuentes de teleterapia, irradiadores;

**“... el Organismo elaboró un sistema sencillo, de aplicación general, para la categorización de las fuentes de radiación.”**

- *Categoría 2 (riesgo intermedio):* fuentes de braquiterapia (tanto con tasas de dosis altas como bajas), calibradores industriales fijos con fuentes de alta actividad, fuentes de diagrafía de pozos;
- *Categoría 3 (riesgo bajo):* calibradores industriales fijos con fuentes de baja actividad.

La Junta de Gobernadores y la Conferencia General aprobaron el sistema y se publicó un documento técnico en el que se describe el sistema de clasificación.

Otra actividad relacionada con la aplicación del Plan de acción fue una conferencia de autoridades reguladoras nacionales, organizada por el Organismo y auspiciada por el Gobierno de la Argentina en Buenos Aires, en diciembre de 2000. Oficiales de alto nivel, expertos superiores de las autoridades nacionales y oficiales superiores encargados de adoptar políticas y decisiones intercambiaron opiniones y experiencias sobre los aspectos administrativos, técnicos y de gestión necesarias para asegurar el control reglamentario por las autoridades nacionales de las fuentes de radiación y los materiales radiactivos. Se hizo hincapié en los problemas que plantea el establecimiento de una autoridad reguladora eficaz, apoyada por varios organismos gubernamentales en cada Estado, así como en los procedimientos para el control eficaz de las fuentes de radiación y los materiales radiactivos. En particular, se examinaron los pasos a seguir para crear un sistema de control reglamentario, cuando éste

no exista que impida que las fuentes “escapen” al sistema de control y que permita localizar y recuperar el control sobre las fuentes “huérfanas”. La Conferencia formuló 16 conclusiones principales, incluida una serie de medidas que los Estados deberán adoptar en un futuro inmediato con vistas a garantizar la seguridad tecnológica y la seguridad física de las fuentes de radiación. Muchas de las conclusiones reafirmaron las actividades ya incluidas en el Plan de acción del Organismo. Tres de las nuevas medidas determinadas en las conclusiones fueron:

- Debería examinarse la posibilidad de establecer un sistema universal para el etiquetado de las fuentes de radiación, de manera que los miembros del público se dieran cuenta de inmediato de los peligros conexos (utilizando símbolos y/o texto en el idioma local). La Conferencia señaló que el símbolo del trébol utilizado para identificar las fuentes de radiación no era una advertencia suficiente de los peligros y que con frecuencia no era un símbolo reconocido;
- Las medidas encaminadas a prevenir el uso indebido y de carácter delictivo de las fuentes de radiación deben verse como un complemento de las medidas destinadas a acrecentar su seguridad tecnológica y física. Es preciso, por un lado, diferenciar las actividades delictivas que entrañan la intención dolosa de exponer a personas a la radiación y, por el otro, las infracciones, sin intención dolosa, de la seguridad tecnológica y física. Esta distinción tiene consecuencias especialmente para la vigilancia fronteriza; y

**“... se examinaron los pasos a seguir para crear un sistema de control reglamentario, cuando éste no exista que impida que las fuentes “escapen” al sistema de control y que permita localizar y recuperar el control sobre las fuentes “huérfanas”.”**

- Los Estados deben elaborar estrategias nacionales proactivas para localizar las fuentes huérfanas, incluidas medidas encaminadas a someter a un control apropiado



las fuentes huérfanas o las fuentes en estado vulnerable (por ejemplo, las almacenadas indebidamente).

El Organismo preparó un Código de Conducta sobre la seguridad tecnológica y física de las fuentes radiactivas. En su resolución GC(44)/RES/11, la Conferencia General invitó a los Estados Miembros “a tomar nota del Código de Conducta” y “a considerar, según proceda, los medios para garantizar su amplia aplicación”. El objetivo del Código es alcanzar y mantener un alto nivel de seguridad tecnológica y física de las fuentes radiactivas mediante la elaboración, la armonización y el cumplimiento de las políticas, leyes y reglamentos nacionales y mediante el fomento de la cooperación internacional. En particular, se ocupa del establecimiento de un sistema adecuado de control reglamentario, desde la fabricación de las fuentes radiactivas hasta su disposición final, así como de un sistema para el restablecimiento de dicho control cuando éste se ha perdido.

En el marco del Plan de acción se estableció un Sistema internacional de notificación de sucesos insólitos con fuentes de radiación (RADEV), que se sometió a pruebas internas. Las pruebas externas se llevarán a cabo en 2001. La base de datos contendrá resúmenes de los informes en lo que se indican los resultados de los exámenes detallados de las causas y consecuencias de accidentes radiológicos graves y las enseñanzas extraídas. El sistema proporciona una descripción de cada suceso y permite clasificar los datos por prácticas, tipos de fuentes, personas expuestas, si las hubiere (trabajadores, pacientes o miembros del público), los resultados (efectos deterministas, si los hubiere) y las causas.

Se publicó un Informe de seguridad sobre las enseñanzas obtenidas de las exposiciones accidentales en radioterapia. Este informe incluye descripciones de 92 sucesos, sus causas y las medidas correctoras adoptadas, así como un análisis de las enseñanzas extraídas y las medidas para la prevención de accidentes. Esta información tiene por objeto alentar a los profesionales que trabajan en las instalaciones de radioterapia a considerar la posibilidad de que tales sucesos se puedan

producir en sus instalaciones y cómo podrían evitarse.

## TRANSPORTE SEGURO DE MATERIALES RADIATIVOS

Se inició el proceso de elaboración de la próxima revisión sustantiva del *Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos*, habiéndose fijado el año 2003 como fecha objetivo para la publicación de una nueva edición. Se recibieron más de 200 propuestas de cambios de los Estados Miembros y las organizaciones internacionales. Dichas propuestas se incluyeron en el sitio Web del Organismo, junto con formularios electrónicos estándar, para formular observaciones sobre los “cambios propuestos” y los “problemas especificados”. El Grupo de Revisión examinó las propuestas y adoptó las medidas necesarias.

A petición de la Conferencia General, la Secretaría realizó una encuesta entre los Estados Miembros sobre la aplicación a nivel nacional del Reglamento de transporte del Organismo. Se envió un cuestionario a todos los Estados Miembros y se recibieron respuestas de 72, incluidos todos los 30 Estados que tienen centrales nucleares en funcionamiento. De los que respondieron, 60 señalaron que sus sistemas nacionales de reglamentación de transporte doméstico e internacional de materiales radiactivos se basaban en el Reglamento del Organismo y, además, aproximadamente una docena (11 para el transporte doméstico y 13 para el internacional) se basaban ya en la edición más reciente (de 1996).

En diciembre de 1998, el Comité de Expertos de las Naciones Unidas sobre el Transporte de Mercaderías Peligrosas aprobó la integración completa de los requisitos del Reglamento de transporte del Organismo en las Recomendaciones de las Naciones Unidas relativas al Transporte de Mercaderías Peligrosas (conocidas también como el “Reglamento modelo”). En 2000, el Organismo, la Organización de Aviación Civil Internacional, la Organización Marítima Internacional y el Comité de Transportes Interiores de la Comisión Económica para Europa, de las Naciones Unidas,

acordaron un calendario para la entrada en vigor en 2001 de un nuevo reglamento para las distintas modalidades de transporte coherente con el Reglamento modelo (y, por ende con la edición de 1996 del Reglamento de transporte del Organismo).

En 2000 se recibieron dos peticiones de misiones del Servicio de evaluación de la seguridad en el transporte, del Brasil y de Turquía. Se

***“El Organismo, en cooperación con otras organizaciones internacionales pertinentes y los Estados Miembros, mejoró su sistema de respuesta a emergencias radiológicas.”***

concluyó una visita previa a la misión al Brasil y se están realizando los preparativos para atender a estas dos peticiones.

## **EMERGENCIAS RADIOLÓGICAS**

El Organismo, en cooperación con otras organizaciones internacionales pertinentes y los Estados Miembros, mejoró su sistema de respuesta a emergencias radiológicas. El sistema de notificación existente se centró en las emergencias transfronterizas del tipo especificado en la Convención sobre la pronta notificación de accidentes nucleares (desde que la Convención entró en vigor sólo se ha producido una emergencia de ese tipo). Sin embargo, de los sucesos ocurridos recientemente, tales como el accidente de criticidad en la central de Tokaimura, en el Japón, los accidentes en Tailandia, el Perú y Turquía en los que intervinieron fuentes huérfanas, el incidente de Acerinox de 1998 en España, así como del hecho de que los puntos de contacto oficiales pidan con frecuencia al Organismo que verifique los informes de los sucesos en curso, se desprende claramente que las peticiones oficiales de información sobre dichos sucesos se enmarcan en la Convención sobre asistencia en caso de accidentes nucleares o emergencias radiológicas. Por lo tanto, se alentó a los Estados Miembros a comunicar al

Organismo, en forma de “mensajes de alerta”, la información relativa a las emergencias que estuvieran abarcadas por la Convención sobre notificación, pero que no obstante pudieran ser de interés para otros Estados Miembros. El Organismo transmitirá luego dichos mensajes a todos los Estados Miembros, según proceda, y los divulgará en un sitio Web. Para facilitar este proceso, el Organismo publicó una edición completamente nueva del *Manual sobre operaciones técnicas para la notificación y asistencia en caso de emergencia*, junto con los requisitos de funcionamiento de una red de respuesta a emergencias y, junto con la FAO, la AEN/OCDE, la Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas, la OMS y la OMM, preparó un Plan conjunto de las organizaciones internacionales para la gestión de emergencias radiológicas.

Tras un accidente mortal en un suburbio de Bangkok en el que intervino una fuente de cobalto 60 para radioterapia, las autoridades de Tailandia solicitaron la asistencia del Organismo en virtud de la Convención sobre asistencia en caso de accidentes nucleares o emergencias radiológicas. Un grupo, compuesto por dos expertos en protección radiológica del Organismo y tres médicos japoneses especializados en el tratamiento de víctimas de accidentes radiológicos, fue enviado a Tailandia para asesorar a las autoridades del país.

En los últimos años, el Organismo ha prestado asistencia a Georgia en relación con el problema de las fuentes de radiación “huérfanas” en el país. En mayo-junio de 2000, una misión del Organismo, apoyada por el Commissariat à l’Energie Atomique de Francia, realizó un estudio radiológico aéreo de unos 1 200 km<sup>2</sup> de territorio de Georgia, centrandose su atención en los centros de población y las zonas en que existían bases militares abandonadas. Se localizó una fuente de cesio 137 en Poti, al oeste del país, y se individualizaron otras tres zonas que registraban niveles de radiación ligeramente elevados para que las siguieran investigando las autoridades de Georgia.

Una característica común de algunos sucesos recientes en los que intervinieron fuentes

“huérfanas” fue el diagnóstico erróneo que hicieron inicialmente los médicos de los síntomas de exposición aguda a la radiación, lo que condujo a demoras en la respuesta y a exposiciones innecesarias. En un esfuerzo por lograr un mejor reconocimiento y conocimiento de estos síntomas, el Organismo y la OMS publicaron conjuntamente un folleto para médicos y departamentos de urgencia de hospitales sobre cómo reconocer y dar una primera respuesta a una radiolesión accidental. El Organismo publicó asimismo un documento técnico que contiene procedimientos prácticos para evaluar y responder a emergencias radiológicas.

## **SERVICIOS OPERACIONALES DE VIGILANCIA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICAS**

Continúa en aumento la petición de servicios de vigilancia y protección radiológicas para funcionario y expertos en cooperación técnica del Organismo. En 2000 la Secretaría proporcionó servicios de vigilancia radiológica a casi 500 funcionarios en forma periódica, y a otros 700 expertos en cooperación técnica y becarios, sobre una base ad hoc.

En virtud de su Estatuto, el Organismo debe adoptar disposiciones para la aplicación de normas de seguridad. Un requisito previo básico es tener la capacidad para vigilar la exposición a la radiación de manera exacta y coherente, por lo que es necesario armonizar la utilización de las cantidades y técnicas dosimétricas en los Estados Miembros. Con este fin, el Organismo concluyó dos intercom-

paraciones internacionales: una sobre medición de dosis personal equivalente y otra sobre medición de la actividad en muestras de bioanálisis. También se realizaron dos actividades de intercomparación regionales en Asia y el Pacífico: una para determinar el equivalente de dosis ambiental mediante mediciones con equipo de vigilancia utilizado en protección radiológica y otra para medir la actividad de

***“En virtud de su Estatuto, el Organismo debe adoptar disposiciones para la aplicación de normas de seguridad.”***

los radionucleidos en muestras de alimentos y del medio ambiente. En estas intercomparaciones, los servicios de vigilancia de más de diez Estados Miembros que reciben asistencia del Organismo en el marco del proyecto modelo de cooperación técnica sobre mejoramiento de las infraestructuras de protección radiológica obtuvieron resultados que se consideraron excelentes, visto el estado en que se encontraban las infraestructuras de dichos Estados Miembros cuando se inició el proyecto modelo. Lo anterior demuestra el éxito de las actividades del proyecto modelo encaminadas a mejorar la infraestructura de seguridad, así como la utilidad de las actividades de intercomparación, destinadas a ayudar a los servicios de vigilancia a determinar sus fortalezas y deficiencias.

# SEGURIDAD DE LOS DESECHOS RADIATIVOS

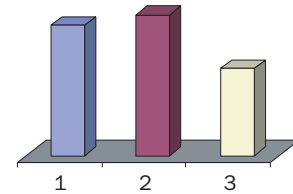
## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Promover la seguridad en la gestión de los desechos radiactivos, incluida la seguridad de los desechos evacuables, descargables y residuales, mediante el establecimiento de normas de seguridad pertinentes, la aplicación de dichas normas, así como el apoyo y el servicio, según sea necesario, de los acuerdos internacionales pertinentes.

## PANORAMA GENERAL

Uno de los acontecimientos fundamentales del año fue la publicación de las normas de seguridad sobre la gestión previa a la disposición final de los desechos radiactivos y sobre el control reglamentario de las descargas radiactivas. Se realizaron también progresos en el establecimiento de nuevas normas de consenso sobre disposición final geológica. Una conferencia sobre seguridad en la gestión de los desechos radiactivos aportó una contribución importante al logro del consenso necesario. Además, se inició un nuevo servicio para prestar asesoramiento a los Estados Miembros sobre la aplicación de las normas de seguridad. Asimismo, el Organismo continuó prestando asesoramiento al Convenio de Londres de 1972, con lo que dio otro paso de avance en el desarrollo de una base de datos general sobre materiales radiactivos presentes en el medio ambiente marino como resultado de actividades humanas.

Gastos con cargo al  
Presupuesto Ordinario: \$ 1 823 867  
Gastos del Programa extrapresupuestario  
(no incluidos en el gráfico): \$ 253 480



1. Seguridad de los desechos evacuables:  
\$ 662 405
2. Seguridad de los desechos descargables:  
\$ 717 114
3. Seguridad de los desechos residuales:  
\$ 444 348

## SEGURIDAD DE LOS DESECHOS EVACUABLES

En 2000 se publicaron los Requisitos de seguridad en relación con la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos, incluida la clausura. En este documento se establecen los requisitos convenidos a nivel internacional en relación con los desechos provenientes de la explotación y clausura de instalaciones nucleares; de la utilización de radionucleidos en la industria, la medicina y la investigación; del procesamiento de materias primas que contienen radionucleidos naturales, y de la limpieza de emplazamientos contaminados. Se incluyen las disposiciones necesarias para acondicionar los desechos radiactivos con miras a su almacenamiento o disposición final en las instalaciones

designadas y para garantizar la seguridad de las instalaciones.

Un vacío obvio de que adolece el programa en curso para actualizar las normas de seguridad del Organismo es la falta de normas para la disposición final geológica de los desechos radiactivos. En 2000 se dio un paso adelante en los esfuerzos destinados a colmar ese vacío cuando el Comité sobre normas de seguridad de los desechos aprobó una sinopsis para una publicación de la colección de Requisitos de Seguridad. El Comité indicó también temas específicos respecto de los cuales aún debe llegarse a un consenso.

Como seguimiento de una conferencia celebrada en Córdoba sobre la seguridad en la gestión de los desechos radiactivos (véase el recuadro 1), el Foro Científico del Organismo

### RECUADRO 1. PROMOCIÓN DE LA CONFIANZA DEL PÚBLICO EN LA TECNOLOGÍA ASOCIADA A LA MANIPULACIÓN DE DESECHOS RADIATIVOS

En marzo de 2000 el Organismo organizó una conferencia internacional sobre la seguridad en la gestión de los desechos radiactivos, que tuvo lugar en Córdoba (España). La conferencia, copatrocinada por la Comisión Europea, la AEN/OCDE y la OMS, y acogida por el Gobierno de España, examinó:

- la selección del emplazamiento de instalaciones de gestión de desechos radiactivos,
- aspectos de seguridad de carácter legislativo y general,
- la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos,
- la disposición final cerca de la superficie,
- la disposición final geológica,
- la gestión de fuentes radiactivas en desuso,
- el movimiento transfronterizo de desechos radiactivos.

Aunque se indicaron aspectos susceptibles de mejora, hubo consenso general en el sentido de que se dispone de la tecnología para gestionar desechos radiactivos en condiciones de seguridad y de modo fiable, y de que esas soluciones tecnológicas deberían ponerse en práctica. No obstante, un tema recurrente de la conferencia fue la importancia de cuestiones no técnicas, como el fomento de la confianza del público en la tecnología, y, lo que es igualmente importante, en los profesionales de ese campo. En particular, se observó que lo que más parecía favorecer el avance en algunas esferas de la gestión de desechos radiactivos, como la selección del emplazamiento de repositorios geológicos, eran los procesos de adopción de decisiones inclusivos, estructurados cuidadosamente, en los que se reconociera el papel de todas las partes interesadas (o “interesados directos”).

En la resolución GC(44)/RES/12, la Conferencia General del Organismo pidió a la Secretaría que preparase un informe con el fin de evaluar las repercusiones para el programa de trabajo del Organismo de las conclusiones y recomendaciones de la Conferencia de Córdoba. El informe se presentará a la Junta de Gobernadores en 2001. ■

celebrado durante la Conferencia General de 2000 se dedicó al asunto de la “Gestión de los desechos radiactivos: de las opciones a las soluciones”. Varios temas de la conferencia de Córdoba se volvieron a examinar en el Foro. Por ejemplo, se celebraron debates sobre diversos problemas técnicos, incluidas varias presentaciones sobre los programas nacionales, y algunos análisis sobre perspectivas de adelantos tecnológicos en el futuro. Se recono-

***“El Organismo está cooperando también con la AEN/OCDE en la realización de un examen por homólogos de la evaluación del omportamiento del repositorio de Yucca Mountain en su conjunto.”***

ció igualmente que la gestión de desechos no puede tratarse como un asunto exclusivamente técnico, y que la tecnología existente sólo puede utilizarse si se abordan las cuestiones de la confianza y la aceptación del público. Al igual que en la conferencia de Córdoba, se reconoció en general una “incompatibilidad de criterios” entre los expertos técnicos y el público respecto de la seguridad de la disposición final de los desechos radiactivos y, por lo tanto, la apremiante necesidad de ampliar el diálogo sobre las cuestiones de gestión de desechos para incluir a todos los interesados directos.

El Organismo inició un nuevo servicio de asesoramiento de seguridad y técnico sobre la gestión de desechos radiactivos. El objetivo de este servicio es prestar asistencia a los Estados Miembros en la aplicación de las normas de seguridad de los desechos del Organismo y velar por que la gestión de todos los desechos se haga en condiciones que garanticen la seguridad y la protección de las personas y el medio ambiente. Un ejemplo fue una misión de expertos al Brasil que examinó los arreglos para el procesamiento de desechos de actividad baja e intermedia de las unidades 1 y 2 de la central nuclear de Angra. El examen también abarcó los arreglos de almacenamiento de los desechos en el emplazamiento.

En 2000 terminaron dos PCI sobre metodologías para evaluar los sistemas de disposición final de desechos radiactivos. El primero desembocó en la elaboración y documentación de los procedimientos convenidos para la evaluación de la seguridad de varios tipos de instalaciones cerca de la superficie, incluidas trincheras de tierra, bóvedas de hormigón y pozos de sondeo. El segundo PCI, sobre modelos de la biosfera para evaluaciones (BIOMASS), se centró en la promoción de la armonización internacional en una serie de cuestiones: utilización de ‘biosferas de referencia’ — representaciones estilizadas de medio ambientes hipotéticos futuros — para evaluaciones de la seguridad a largo plazo de repositorios geológicos; elaboración de modelos del impacto de la rehabilitación del medio ambiente en emplazamientos afectados por materiales radiactivos residuales; deducción de dosis de radiación procedentes de emisiones anteriores; transferencia de radionucleidos en ecosistemas forestales y árboles frutales; y comportamiento del tritio en el medio ambiente.

En parte atendiendo a la labor realizada en el proyecto BIOMASS sobre biosferas de referencia, se invitó al Organismo a efectuar un 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 repositorio geológico de desechos de actividad alta de Yucca Mountain, Nevada. El grupo de examen señaló que el cumplimiento de las medidas establecidas por los reguladores de la seguridad de la instalación será necesario, pero no suficiente, y que también será preciso presentar la evaluación a otras partes interesadas. Por lo tanto, el grupo dividió sus recomendaciones y sugerencias en dos clases: a) las dirigidas a mejorar la capacidad de valuación de la biosfera sin dejar de centrarse en el cumplimiento de los requisitos reglamentarios; y b) las dirigidas a lograr la confianza de otros interesados directos y a hacer que la metodología de evaluación de la biosfera del DOE sea más compatible con las orientaciones y los procedimientos internacionales. El Organismo está cooperando también con la AEN/OCDE en la realización de un examen por homólogos de la evaluación del

comportamiento del repositorio de Yucca Mountain en su conjunto.

## **SEGURIDAD DE LOS DESECHOS DESCARGABLES**

Se publicó una guía de seguridad sobre el control reglamentario de las descargas radiactivas en el medio ambiente, que proporciona orientación para el control de las descargas de efluentes líquidos y gaseosos en el medio ambiente procedentes de las operaciones normales controladas de prácticas en que se utiliza material radiactivo. Un informe de seguridad complementario sobre evaluaciones de dosis ambientales aporta modelos y datos para realizar evaluaciones en el contexto de la aplicación de las recomendaciones contenidas en la guía de seguridad.

El Convenio de Londres de 1972 prohíbe la disposición final en el mar de materiales radiactivos. El Organismo publicó definiciones y criterios para determinar los niveles de actividad por debajo de los cuales los materiales no se considerarían “radiactivos” con arreglo al Convenio. Como medida complementaria, elaboró orientaciones sobre los procedimientos de evaluación radiológica para determinar si los materiales destinados a la disposición final en el mar satisfacen los criterios especificados en el documento anterior. Las Partes Contratantes aprobaron este informe en su reunión celebrada en septiembre de 2000, y el Organismo lo publicará en 2001.

El Organismo preparó también para el Convenio de Londres un informe sobre accidentes y pérdidas en el mar en que intervienen materiales radiactivos. Este informe complementó uno publicado en 1999 sobre la disposición final de materiales radiactivos en el mar. Se estableció una base de datos sobre descargas radiactivas en el medio marino procedentes de actividades terrestres, y ya se están recopilando los datos. Estos tres conjuntos de información constituyen también una base de datos sobre los materiales radiactivos en el medio marino derivados de actividades humanas. Esta información se integrará en el centro de intercambio de información sobre sustancias radiactivas del Organismo, que se está

desarrollando como parte del Programa de Acción Mundial (PAM) de las Naciones Unidas para la protección del medio marino. El centro de intercambio contendrá también información sobre: niveles de actividad natural y artificial en los océanos del mundo; técnicas de vigilancia; evaluaciones del impacto de las emisiones de radiactividad en el medio ambiente marino; y normas, convenciones y convenios internacionales y regionales.

La protección radiológica se ha centrado tradicionalmente en la protección de las personas, aunque un número creciente de Estados

***“La clausura en condiciones de seguridad de centrales nucleares, reactores de investigación e instalaciones del ciclo del combustible nuclear es una esfera de actividad del Organismo en expansión.”***

Miembros ha expresado interés en proteger también el medio ambiente. Una reunión de especialistas celebrada por el Organismo en agosto y septiembre de 2000 acordó los objetivos generales de protección ambiental, el significado del daño en el contexto de la protección ambiental, las bases para los enfoques respecto de la evaluación y el cumplimiento, y una mayor cooperación con organizaciones internacionales como la Comisión Internacional de Protección Radiológica y la Unión Internacional de Radioecologistas, que también tienen programas de trabajo en esta esfera.

## **SEGURIDAD DE LOS DESECHOS RESIDUALES**

La clausura en condiciones de seguridad de centrales nucleares, reactores de investigación e instalaciones del ciclo del combustible nuclear es una esfera de actividad del Organismo en expansión. En 2000 se iniciaron dos proyectos de asistencia en la planificación de la clausura de la unidad 1 de Ignalina, en Lituania, y las unidades 1, 2 y 3 de Chernóbil,

en Ucrania. Éstos se suman a un proyecto en ejecución destinado a la clausura de la central nuclear BN-350 en Kazajstán.

En cooperación con el Ministerio de Energía Atómica de la Federación de Rusia, el Organismo organizó una conferencia internacional titulada “El legado de radiación del siglo XX: Restauración del medio ambiente”. Celebrada en Moscú en octubre y noviembre de 2000, la conferencia en cierta medida dio seguimiento a un simposio del Organismo sobre rehabilitación de medios con residuos radiactivos, celebrado en Arlington (Estados Unidos) en 1999. No obstante, el centro de atención de la conferencia de Moscú fue el legado de radiación en los países de la antigua Unión Soviética, Europa central y oriental, y los problemas ocasionados por ese legado. Una observación clave de ambas reuniones fue que las decisiones de restauración ambiental se siguen adoptando en función de criterios radiológicos para el control de las prácticas, pese a que en las recomendaciones internacionales se consideran más apropiados los criterios de intervención para situaciones de este tipo.

En el período inmediatamente posterior al accidente de Chernóbil se adoptaron medidas para controlar el movimiento internacional de productos alimenticios afectados por la precipitación radiactiva. Sin embargo, estas medidas se concibieron a corto plazo y no abordaron la cuestión a largo plazo de los productos básicos elaborados en zonas con una contaminación radiactiva persistente. Las zonas afectadas por el accidente de Chernóbil han tenido dificultades para exportar productos básicos como la madera porque no hay criterios aceptados internacionalmente para juzgar si la utilización de los productos básicos representaría un peligro significativo. En respuesta a

esta cuestión, la Conferencia General del Organismo pidió a la Secretaría que elaborase, en colaboración con los órganos competentes de las Naciones Unidas y con los organismos especializados pertinentes, criterios radiológicos con respecto a los radionucleidos de período largo presentes en los productos básicos, particularmente en los productos alimenticios y la madera.

El Organismo finalizó una evaluación radiológica de emplazamientos de Argelia utilizados anteriormente para el ensayo de armas nucleares. Se entregó al Gobierno argelino un informe sobre la evaluación.

En noviembre de 2000, expertos del Organismo participaron en una misión a Kosovo (Yugoslavia) organizada por el PNUMA. La misión fue parte de una evaluación del PNUMA destinada a determinar si la utilización de municiones que contenían uranio empobrecido durante el conflicto de Kosovo de 1999 ha dado lugar a riesgos para la salud o el medio ambiente en el presente o el futuro. El grupo efectuó mediciones de tasas de dosis externa y tomó muestras de suelo, agua, vegetación y leche en 11 lugares en los que la OTAN confirmó que se había utilizado ese tipo de municiones. El informe del PNUMA llegó a la conclusión de que no se había encontrado una contaminación difundida del suelo en las zonas investigadas. En consecuencia, los correspondientes riesgos radiológicos y químicos se consideraron insignificante. Si bien los resultados de la misión no daban lugar a alarma, el informe describía situaciones específicas en las cuales podían existir riesgos importantes. Se señalaba también que había incertidumbres científicas en relación con el comportamiento a largo plazo del uranio empobrecido en el medio ambiente.

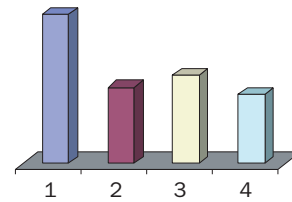


# COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE SEGURIDAD

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Garantizar la compatibilidad técnica de las funciones del Organismo relacionadas con la seguridad, así como la coherencia con las actividades de seguridad correspondientes que efectúan los Estados Miembros y otras organizaciones internacionales, mediante el fomento de la coordinación de dichas actividades, la publicación de normas, la prestación de servicios para las convenciones y convenios, el suministro de información sobre normas y políticas de seguridad, y el apoyo a su aplicación en los Estados Miembros mediante programas de cooperación técnica.

Gastos con cargo al  
Presupuesto Ordinario: \$ 2 480 753  
Gastos del Programa extrapresupuestario  
(no incluidos en el gráfico): \$ 116 774



1. Políticas y normas de seguridad: \$ 963 728
2. Convenciones y convenios sobre seguridad: \$ 495 346
3. Intercambio de información sobre seguridad: \$ 571 647
4. Apoyo al Programa de Cooperación Técnica: \$ 450 032

## PANORAMA GENERAL

Durante los últimos años el Organismo ha venido aplicando un ingente programa de trabajo para actualizar el conjunto de sus normas de seguridad, que ha entrañado la preparación de unas 80 normas nuevas o revisadas. Las normas se publican a un ritmo creciente; en el año 2000 se distribuyeron nueve. A través de su Programa de Cooperación Técnica, el Organismo ejecutó numerosos proyectos en materia de seguridad nuclear, radiológica y de los desechos. Esta asistencia se prestó mediante cursos y talleres de capacitación, becas y visitas científicas y la capacitación de profesionales de la seguridad de los Estados Miembros. En particular, la preparación por parte del Organismo de los materiales de capacitación para los cursos ha sido de ayuda para los centros nacionales y regionales en la creación de sus propios medios de capacitación.

## POLÍTICAS Y NORMAS DE SEGURIDAD

Durante la actualización de sus normas de seguridad, el Organismo publicó nueve normas revisadas o nuevas (véase el cuadro I). Entre éstas se cuenta la primera dedicada a la esfera de la seguridad en general, que abarca temas comunes a la seguridad nuclear, radiológica, de los desechos radiactivos y del transporte. En los Requisitos de seguridad sobre la infraestructura jurídica y gubernamental de seguridad se especifican los requisitos básicos del marco jurídico adecuado para establecer un órgano regulador. Se detallan asimismo las demás medidas necesarias para el control reglamentario eficaz de todas las instalaciones y actividades, desde la utilización de un número limitado de fuentes de radiación hasta un programa nucleoelectrico de envergadura. También se señalan otras responsabilidades, como las encaminadas a lograr el apoyo necesario para la seguridad y la preparación para emergencias.

La Comisión sobre Normas de Seguridad (CSS) aprobó otras ocho guías de seguridad para su publicación, y se están preparando 65 normas de seguridad más. En la dirección electrónica <http://www.iaea.org/ns/CoordiNet/safetypubs/sftypub.htm> puede obtenerse un resumen de la situación actual de todas las

normas de seguridad. En este mismo sitio se ofrece también información detallada sobre las actividades del Comité sobre normas de seguridad radiológica (RASSC), el Comité sobre normas de seguridad de los desechos (WASSC) y el Comité sobre normas de seguridad en el transporte (TRANSSC). En estos momentos se están preparando las páginas del Comité sobre normas de seguridad en el transporte (NUSC) y la CSS.

Las expresiones y definiciones utilizadas en las normas de seguridad y otras publicaciones del Organismo relacionadas con la seguridad no siempre han sido compatibles entre los documentos, sobre todo con respecto a la seguridad nuclear, radiológica, de los desechos radiactivos y del transporte. La Secretaría preparó un glosario de seguridad encaminado a armonizar la utilización de la terminología y resolver discordancias. Aunque el Glosario de seguridad se ha creado fundamentalmente para uso interno en el Organismo, las personas interesadas ajenas al Organismo pueden tener acceso a él para obtener información y observaciones, en copia impresa y en Internet ([http://www.iaea.org/ns/CoordiNet/safetypubs/iaeglossary/glossary\\_homepage.htm](http://www.iaea.org/ns/CoordiNet/safetypubs/iaeglossary/glossary_homepage.htm)).

Desde hace varios años el Organismo viene organizando debates entre homólogos sobre prácticas de reglamentación, en que los

### CUADRO I. NORMAS DE SEGURIDAD PUBLICADAS EN 2000

#### Requisitos de seguridad

- Legal and Governmental Infrastructure for Nuclear, Radiation, Radioactive Waste and Transport Safety, GS-R-1
- Safety of Nuclear Power Plants: Design, NS-R-1
- Safety of Nuclear Power Plants: Operation, NS-R-2
- Predisposal Management of Radioactive Waste, including Decommissioning, WS-R-2
- Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, TS-R-1 (ST-1, Revised)

#### Guías de seguridad

- Software for Computer Based Systems Important to Safety in Nuclear Power Plants, NS-G-1.1
- Fire Safety in the Operation of Nuclear Power Plants, NS-G-2.1
- Operational Limits and Conditions and Operating Procedures, NS-G-2.2
- Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment, WS-G-2.3

reguladores superiores pueden intercambiar información y experiencias sobre cuestiones de actualidad. La serie de debates para el año 2000 trató el tema “Control reglamentario del empleo de contratistas por parte de las entidades explotadoras”. El Organismo publicó un informe redactado por los reguladores en que se resumían las conclusiones de los debates y se daban ejemplos de buenas prácticas.

## CONVENCIONES Y CONVENIOS SOBRE SEGURIDAD

La Convención sobre la pronta notificación de accidentes nucleares no se invocó oficialmente durante el año. En cambio, los procedimientos establecidos por el Organismo para dar respuesta con arreglo a lo dispuesto en la Convención se utilizaron en relación con sucesos menos graves, como el descubrimiento de la venta en un supermercado francés de pulseras de relojes que contenían componentes fabricados con acero contaminado. La República Islámica del Irán y Luxemburgo ratificaron la Convención en el año 2000, con lo que el número total de Partes Contratantes se elevó a 86 (83 Estados y tres organizaciones internacionales).

La Convención sobre asistencia en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica se invocó una vez en 2000, por Tailandia, en relación con un accidente en el que intervino una fuente de cobalto 60 para radioterapia. En 2000 ratificaron la Convención la República Islámica del Irán, Lituania y Luxemburgo, pasando a 82 el número total de Partes Contratantes (79 Estados y tres organizaciones internacionales).

En 2000 no se celebraron reuniones en relación con la Convención sobre Seguridad Nuclear; la próxima Reunión de examen se celebrará en abril de 2002. La Euratom fue la primera organización que se adhirió a la Convención en 2000, con lo que el número total de Partes Contratantes ascendió a 53.

Por último, la Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos se acercó a su entrada en

vigor a finales de 2000: ya sólo se necesitan dos ratificaciones. Dos Estados ratificaron la Convención a comienzos de 2001, y entrará en vigor el 18 de junio de 2001.

## INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN SOBRE SEGURIDAD

El Organismo administra el servicio de información de la Escala Internacional de Sucesos Nucleares (INES) para recopilar los informes sobre sucesos y difundirlos entre los Estados participantes. En 2000, el Organismo recibió

**“Y con la cooperación de la AEN/OCDE, la AMEIN y la Comisión de Reglamentación Nuclear de los Estados Unidos, el Organismo elaboró un sistema basado en Internet para comunicar sucesos nucleares.”**

24 formularios de clasificación de sucesos. Un suceso se clasificó en el nivel 4: un accidente mortal en Egipto que tuvo que ver con una fuente de radiografía. En conjunto, 13 de los sucesos notificados se produjeron en centrales nucleares. De los otros 11 sucesos notificados, 10 estuvieron relacionados con fuentes perdidas o con el transporte de fuentes. Como puede observarse en la figura 1, el número anual de sucesos notificados se redujo en casi la mitad durante el último decenio.

En su reunión anual, los oficiales nacionales de la INES aprobaron la edición de 2001 del *INES User's Manual*. Y con la cooperación de la AEN/OCDE, la AMEIN y la Comisión de Reglamentación Nuclear de los Estados

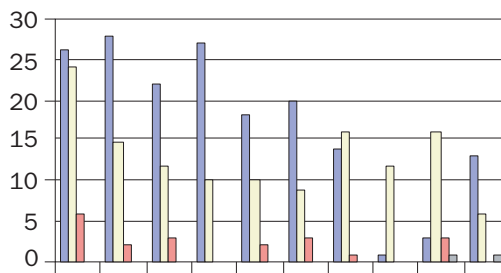


Figura 1. Sucesos notificados al servicio de información INES, 1991-2000.

Unidos, el Organismo elaboró un sistema basado en Internet para comunicar sucesos nucleares. El sistema de información sobre sucesos nucleares basado en la Web (*NEWS*) tiene por objeto ofrecer un intercambio de información más flexible y rápido entre los participantes. Actualmente se está sometiendo a prueba y estará plenamente en funcionamiento en 2001.

## **APOYO AL PROGRAMA DE COOPERACIÓN TÉCNICA**

En 2000 el Organismo evaluó 115 nuevas solicitudes de proyectos de cooperación técnica relacionados con la seguridad para 2001–2002 y preparó los correspondientes planes de trabajo de los proyectos. Además, prestó apoyo a la ejecución de 110 proyectos de cooperación

***“... el Organismo determinó las necesidades de enseñanza y capacitación en protección radiológica durante los próximos dos años y preparó un plan de acción para satisfacerlas.”***

técnica en marcha, que absorben un presupuesto ajustado de unos 16 millones de dólares, en materia de seguridad nuclear, radiológica y de los desechos.

En el proyecto modelo de cooperación técnica sobre mejoramiento de la infraestructura de protección radiológica se han utilizado perfiles nacionales de seguridad radiológica y de los desechos para consolidar y actualizar los datos sobre los países que reciben ayuda del Organismo. Los perfiles abarcan: infraestructura de organización; marco jurídico y reglamentario; alcance de las prácticas relacionadas con la radiación ionizante; control ocupacional, médico y público de las exposiciones; planificación y preparación para emergencias radiológicas; garantía de calidad, y enseñanza y capacitación. Utilizando como referencia las normas de seguridad del Organismo, cada perfil se compara con los requisitos necesarios para una infraestructura adecuada con objeto de establecer un plan de acción para que el país cree una infraestructura acorde con sus

aplicaciones actuales y previstas de la radiación ionizante. Esta actividad se ha ampliado a Estados que no participan en el proyecto modelo, y el Organismo ya ha establecido 66 perfiles.

Los perfiles nacionales *de seguridad nuclear* cumplen una función similar en la planificación de la asistencia en materia de seguridad nuclear, pero tienen en cuenta el nivel mucho más avanzado de la infraestructura de seguridad que se requiere para hacer funcionar y reglamentar un programa nucleoelectrico. Estos perfiles han sido particularmente útiles en la planificación de asistencia en el marco del programa extrapresupuestario sobre la seguridad de las instalaciones nucleares en el Sudeste de Asia y el Pacífico y en el Lejano Oriente, especialmente para aquellos países que no tienen actualmente programas nucleoelectricos pero que están tomando en consideración la opción nuclear.

En 2000 se celebraron más de 100 cursos y talleres de capacitación y educacionales. La mayoría de ellos recibieron apoyo a través del programa de cooperación técnica, pero un gran número se llevó a cabo en el marco de programas extrapresupuestarios. Además, algunos seminarios y talleres de capacitación se realizaron como parte de los servicios de examen de la seguridad, y aproximadamente 350 becas y visitas científicas recibieron apoyo por conducto del programa de cooperación técnica del Organismo.

En la resolución GC(44)/RES/13, la Conferencia General de 2000 subrayó la particular importancia de la enseñanza y la capacitación en protección radiológica, seguridad nuclear y gestión de desechos, e instó a la Secretaría a reforzar su labor en esas esferas. En particular, la resolución instó al Organismo a prestar asistencia a los Estados Miembros para que la enseñanza y capacitación mencionados se efectuaran en los centros de capacitación regionales y nacionales en los idiomas oficiales pertinentes del Organismo. En respuesta, el Organismo determinó las necesidades de enseñanza y capacitación en protección radiológica durante los próximos dos años y preparó un plan de acción para satisfacerlas. Este plan incluye mecanismos para supervisar todas las

actividades de capacitación, ya sean de enseñanza y capacitación de posgrado, de capacitación especializada, de capacitación médica inicial, de aprendizaje a distancia o de capacitación práctica. En el plan de acción se incluyen también la preparación de materiales didácticos y la creación de una red de centros de capacitación en los Estados Miembros con vistas a lograr programas sostenibles de capacitación en protección radiológica y seguridad de las fuentes en los Estados Miembros.

El Organismo revisó el plan de estudios normal del curso de enseñanza de posgrado sobre protección radiológica. Este curso se celebrará en cada una de las regiones geográficas aproximadamente una vez cada dos años. En 2000 se celebró el curso en Buenos Aires, Argentina (en español) y en Johannesburgo, Sudáfrica (en inglés).

En relación con lo anterior, la CSS aprobó una guía de seguridad sobre formación de aptitudes en protección radiológica y utilización segura de fuentes de radiación. Está en curso de publicación un informe de seguridad

complementario sobre capacitación en protección radiológica y utilización segura de fuentes de radiación.

Se finalizó la preparación de un programa regional de cooperación técnica sobre capacitación en seguridad nuclear para 2001-2002, que hace hincapié en el examen y la evaluación de la seguridad, la seguridad operacional y la eficacia en cuestiones de reglamentación. El programa se elaboró en estrecha consulta con órganos reguladores y compañías eléctricas de los Estados Miembros.

Entre las demás actividades del Organismo destinadas a promover la capacitación en los Estados Miembros se cuentan la elaboración de una política y estrategia nuevas para prestar asistencia a los Estados Miembros en la normalización de los cursos de formación y especializados en seguridad nuclear y en la preparación de materiales de capacitación apropiados. Además, se introdujo un conjunto de cursos normalizados para personal regulador, que incluye libros de texto, cuestionarios de examen y ejercicios prácticos.



# **Programa del Organismo para 2000: Verificación**

# SALVAGUARDIAS

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Determinar, mediante la aplicación del sistema de salvaguardias del Organismo, si los Estados cumplen con los compromisos emanados de sus acuerdos de salvaguardias con el Organismo.

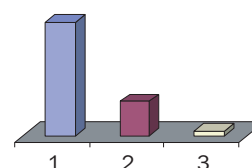
## PANORAMA GENERAL

Al cumplir las obligaciones del Organismo en materia de salvaguardias en 2000, la Secretaría, tras evaluar toda la información adquirida en la aplicación de los acuerdos de salvaguardias y demás información disponible para el Organismo, no encontró indicios de desviación de material nuclear 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 el material nuclear y otros elementos que se habían sometido a salvaguardias seguían adscritos a actividades nucleares pacíficas o, de no ser así, se había dado cuenta adecuada de ellos.

En 2000, con respecto a siete Estados, la Secretaría - tras evaluar toda la información obtenida mediante las actividades realizadas con arreglo a los acuerdos de salvaguardias amplias y Protocolos adicionales de estos Estados, así como toda otra información a disposición del Organismo - no encontró indicios de desviación de material nuclear sometido a salvaguardias ni de la presencia de material o actividades nucleares no declarados en esos Estados. Sobre esta base, la Secretaría llegó a la conclusión de que todos los materiales nucleares en esos Estados se habían sometido a salvaguardias y seguían adscritos a actividades nucleares pacíficas o, de no ser así, se había dado cuenta adecuada de ellos. En el caso de los otros doce Estados con acuerdos de salvaguardias amplias y Protocolos adicionales en vigor, las evaluaciones de la Secretaría no habían alcanzado aún la fase que permitiera llegar a ese tipo de conclusión.

El Organismo no puede todavía verificar el carácter correcto y completo de la declaración inicial de la República Popular Democrática de Corea (RPDC) y, por lo tanto, no puede concluir que no ha habido desviación de material nuclear en ese Estado. La RPDC continúa en situación de incumplimiento de su acuerdo de salvaguardias. Si bien el acuerdo de salvaguardias entre la RPDC y el Organismo sigue siendo vinculante y estando en vigor, el Organismo sólo puede poner en práctica algunas de las medidas de salvaguardias necesarias en la RPDC. No obstante, el Organismo ha podido vigilar la “congelación” de los reactores moderados con grafito e instalaciones conexas de la RPDC, de conformidad con lo solicitado por el Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas y previsto en el “Marco Acordado” de octubre de 1994 entre la RPDC y los Estados Unidos de América.

Gastos con cargo al  
Presupuesto Ordinario: \$ 70 617 231  
Gastos del Programa extrapresupuestario  
(no incluidos en el gráfico): \$ 10 311 459  
Nota: Las actividades de verificación en el Iraq,  
con arreglo a las resoluciones del Consejo de  
Seguridad de las Naciones Unidas incluyeron  
gastos extrapresupuestarios por valor de  
\$ 1 639 859



1. Operaciones: \$ 52 532 674
2. Desarrollo y Apoyo: \$ 15 972 980
3. Gestión: \$ 2 111 577

El Organismo continuó la aplicación de los Protocolos adicionales a los acuerdos de salvaguardias. Los primeros pasos de aplicación en varios Estados Miembros en 2000 consistieron en examinar las declaraciones iniciales de los Estados y solicitar las aclaraciones o ampliaciones que se consideraran necesarias.

Al 31 de diciembre de 2000 estaban en vigor 224 acuerdos de salvaguardias con

***“Una de las prioridades del Organismo en 2000 fue la continuada elaboración de conceptos para la integración de las actividades tradicionales de verificación de los materiales nucleares en las nuevas medidas de fortalecimiento de las salvaguardias ...”***

140 Estados (y con Taiwan, China). Al término de 2000, estaban en vigor con 128 Estados acuerdos de salvaguardias que cumplían los requisitos del TNP.

Se firmaron acuerdos de salvaguardias con la ex República Yugoslava de Macedonia y con la República del Yemen. Estos acuerdos no habían entrado en vigor al final del año. La Junta de Gobernadores aprobó un acuerdo de salvaguardias con Andorra.

A finales de 2000 la Junta de Gobernadores había aprobado Protocolos adicionales a acuerdos de salvaguardias con 57 Estados y se habían firmado 53. Dieciocho de esos Protocolos estaban en vigor con Australia, Azerbaiyán, Bulgaria, Canadá, Croacia, Eslovenia, Hungría, Indonesia, Japón, Jordania, Lituania, Mónaco, Nueva Zelandia, Noruega, Polonia, Rumania, la Santa Sede y Uzbekistán. Además, el Protocolo adicional concertado con Ghana se estaba aplicando provisionalmente en espera de su entrada en vigor.

Una de las prioridades del Organismo en 2000 fue la continuada elaboración de conceptos para la integración de las actividades tradicionales de verificación de los materiales

nucleares en las nuevas medidas de fortalecimiento de las salvaguardias previstas en el modelo de Protocolo adicional. Las salvaguardias integradas permitirán redistribuir los recursos de actividades de inspección hacia otras medidas, tales como las evaluaciones de la información de los Estados y el acceso complementario, encaminadas a detectar materiales o actividades nucleares no declarados, con lo que será mayor el grado de garantía que el Organismo pueda ofrecer a los Estados Miembros con respecto a la no proliferación nuclear. En 2000 se alcanzaron notables progresos en el desarrollo de un marco conceptual para las salvaguardias integradas, como se señala en dos documentos de información preparados para las reuniones de la Junta de Gobernadores en marzo y en diciembre.

En 2000 se elaboraron enfoques de salvaguardias integradas para tres tipos genéricos de instalaciones: LWR que no utilizan combustible de mezcla de óxidos (MOX), reactores de investigación e instalaciones de almacenamiento de combustible gastado. Además, se preparó el primer enfoque a nivel nacional en el marco de las salvaguardias integradas para Australia – que tiene un Protocolo adicional en vigor – enfoque que se aplicará en 2001.

El Organismo utilizó datos de imágenes obtenidas por satélites para apoyar la evaluación de la información de fuentes públicas y de las declaraciones de Protocolos adicionales de varios países. Continuaron las investigaciones para establecer una dependencia de obtención de imágenes que consolide las capacidades analíticas y los conocimientos técnicos del Organismo en esta esfera, reduciendo así la situación de dependencia de las capacidades de los Estados Miembros.

Durante el año se aplicaron importantes medidas de gestión. La reestructuración de dos divisiones de operaciones dio como resultado mayor eficiencia en el trabajo, permitiendo una mejor utilización de la experiencia de los inspectores en determinados tipos de instalaciones. Por otro lado, se reestructuraron los servicios técnicos de salvaguardias del Organismo, prestando especial atención a la



gestión de proyectos. Esta reorganización otorga a los directores de proyectos pleno control y responsabilidad por líneas de productos específicas, lo que será de beneficio tanto para los inspectores como para los encargados de los aspectos de desarrollo. Entre otras medidas importantes cabe mencionar el cambio de categoría de las oficinas regionales de Tokio y Toronto, que pasaron a ser secciones.

Se examinaron las actividades en los Estados poseedores de armas nucleares para garantizar que el Organismo realice únicamente actividades esenciales, y con la mayor eficiencia posible. Se iniciaron también reducciones de costos al acordarse con la EURATOM recortar a la mitad el número de reuniones del Comité de enlace de alto nivel y al convenirse con la Argentina, el Brasil y la ABACC la celebración en la Sede de un mayor número de reuniones, en lugar de hacerlo en los respectivos países.

El Organismo continuó investigando las posibilidades de obtener mayores economías mediante la creación de nuevas oficinas regionales y el establecimiento de una cooperación más amplia con los Sistemas nacionales de contabilidad y control. Sin embargo, durante la preparación del programa para el bienio 2002-2003, basado en los resultados, se determinaron necesidades en exceso de 110 millones de dólares para la ejecución de las actividades estatutarias del Organismo, en comparación con un presupuesto de crecimiento real cero de 82,1 millones de dólares. Cabe señalar que en el marco de las limitaciones de un presupuesto de crecimiento real cero, los costos del equipo de salvaguardias necesario para la planta de reelaboración de Rokkasho (Japón) no estarían cubiertos.

## OPERACIONES

Desde 1997 el número de actividades relacionadas con la negociación y aplicación de Protocolos adicionales ha ido en constante aumento. Azerbaiyán, Estonia, la Federación de Rusia, Namibia, Perú, Suiza, Turquía y Ucrania firmaron Protocolos adicionales, y entraron en vigor los de Azerbaiyán, Bulgaria,

Canadá, Croacia, Eslovenia, Hungría, Lituania, Noruega, Polonia y Rumania, con lo cual el número total de Protocolos adicionales en vigor era de 18 a finales de 2000.

De los Estados de la EURATOM no poseedores de armas nucleares, Alemania, Finlandia, Grecia y Suecia notificaron al Organismo la ratificación de Protocolos adicionales por parte de sus respectivos Gobiernos, con lo que sumaban seis (España y los Países Bajos los ratificaron en 1999) los países de la Unión Europea que habían ratificado Protocolos adicionales. Se requiere la ratificación por parte de los

***“Desde 1997 el número de actividades relacionadas con la negociación y aplicación de Protocolos adicionales ha ido en constante aumento.”***

15 Estados Miembros para que pueda entrar en vigor un Protocolo adicional de un país de la Unión Europea. En Finlandia y los Países Bajos se iniciaron actividades preparatorias de ensayo in situ, en espera de la entrada en vigor. El propósito de estos ensayos es poner a prueba determinados elementos del modelo de Protocolo adicional, particularmente la definición de emplazamiento, las presentaciones de declaraciones con arreglo al artículo 2, el acceso complementario, la notificación de resultados y el desarrollo de modalidades para la distribución de responsabilidades entre el Organismo, la EURATOM y sus respectivos Estados Miembros.

El Organismo mantiene la presencia continua de inspectores en la zona de Nyongbyon desde mayo de 1994 y ha estado vigilando la “congelación” de los reactores de la RPDC moderados por grafito, e instalaciones conexas, desde noviembre de 1994.

En 2000 se celebraron deliberaciones de carácter técnico y reuniones de grupos de trabajo entre el Organismo y la RPDC. Durante las conversaciones técnicas el Organismo explicó sus requisitos genéricos para la verificación de la exhaustividad y cabalidad de la declaración

inicial de la RPDC. Se permitió al Organismo señalar algunos de los documentos que era necesario conservar; sin embargo, no fue posible llegar a un acuerdo sobre el modo de mantener dicha información.

El Organismo explicó también a los representantes de la RPDC que, el trabajo necesario para verificar la declaración y sometimiento a salvaguardias de todo el material nuclear sujeto a salvaguardias en la RPDC,

***“Importantes acontecimientos en relación con la aplicación de los Protocolos adicionales fueron la concertación de arreglos subsidiarios ... en Indonesia y el Japón.”***

tomaría de tres a cuatro años y se necesitaría la plena cooperación de la RPDC, que en esos momentos no se estaba prestando.

Las actividades de salvaguardias del Organismo en el Iraq con arreglo al acuerdo de salvaguardias amplias concertado en relación con el Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares (TNP) se pusieron en práctica como parte de las actividades realizadas por el Organismo en el Iraq con arreglo a la resolución 687 (1991) del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas y resoluciones conexas aprobadas entre 1991 y 1998. Sin embargo, desde diciembre de 1998, y pese a la aprobación de la resolución 1284 (1999) que confirma el mandato del Organismo en el Iraq, el Organismo no ha podido aplicar su mandato.

Al no haberse reanudado las actividades encomendadas al Organismo por el Consejo de Seguridad, el Organismo realizó verificaciones del inventario físico en enero de 2000 (con respecto al programa de 1999), y en enero de 2001 (con respecto al programa de 2000), en el marco del acuerdo de salvaguardias concertado entre el Iraq y el Organismo en relación con el TNP. Los inspectores del Organismo pudieron verificar la presencia de los

materiales nucleares sujetos a este acuerdo en la instalación de almacenamiento de Tuwaiitha.

El Grupo de Acción del Organismo en el Iraq centró su atención en el mejoramiento de su sistema informatizado de análisis y apoyo a las inspecciones, así como en el análisis de la información acumulada durante las actividades de inspección, incluidas las realizadas con anterioridad a 2000.

Se alcanzaron nuevos progresos en la negociación de arreglos subsidiarios a los acuerdos de salvaguardias: entraron en vigor 21 nuevos documentos adjuntos y 5 revisados, para instalaciones en la Argentina (8), el Brasil (8), España (1), Hungría (1), Indonesia (1), el Japón (1), Noruega (1), la República Checa (3), la República Islámica del Irán (1) y Rumania (1). Además, se examinaron con las autoridades estatales proyectos de documentos adjuntos correspondientes a instalaciones de Ucrania.

Importantes acontecimientos en relación con la aplicación de los Protocolos adicionales fueron la concertación de arreglos subsidiarios para la aplicación de estos protocolos en Indonesia y el Japón. Se recibió, y se está revisando, una propuesta de arreglo subsidiario en el marco de un Protocolo adicional para Polonia.

El Organismo recibió y evaluó declaraciones iniciales con arreglo a Protocolos adicionales para Hungría, Indonesia, Japón, Jordania, Mónaco y Noruega. Se espera recibir a comienzos de 2001 las declaraciones iniciales de los demás Estados con los cuales entraron en vigor Protocolos adicionales en 2000. Durante 2000 se recibieron y evaluaron actualizaciones de declaraciones anuales con arreglo al artículo 2, de Australia, Ghana, Nueva Zelanda, la Santa Sede y Uzbekistán.

El Organismo preparó 28 informes sobre evaluaciones de Estados para su revisión por el Comité de Examen de la Información (IRC), en comparación con 18 en 1999 y 10 en 1998. De los 28 Estados, los siguientes han firmado un Protocolo adicional: Austria, Bulgaria, Canadá, Dinamarca, Eslovenia, Filipinas,

Ghana, Grecia, Hungría, Indonesia, Japón, Jordania, Lituania, Mónaco, Noruega, Países Bajos, Polonia, República de Corea, Turquía y Uruguay. En las evaluaciones correspondientes a Ghana, Jordania y Mónaco se examinó información presentada con arreglo al artículo 2.

El Organismo efectuó visitas de acceso complementario, para confirmar la ausencia de materiales y actividades nucleares no declarados, a Australia, Ghana, Indonesia, Japón y Uzbekistán. Además, se efectuaron dos visitas al Uzbekistán para aclarar ciertos aspectos de anteriores actividades nucleares. Se hizo también una visita a Nueva Zelandia con el propósito de evaluar el contenido de las existencias de materiales nucleares en el Instituto de Ciencias Geológicas y Nucleares.

Se publicó y envió a todos los Estados Miembros un informe explicativo del ensayo de aplicación del Protocolo adicional con el Japón (EPR-66).

Además, el Organismo aplicó en Taiwan (China), medidas previstas en el modelo de Protocolo adicional. Se incluían entre ellas la recepción y examen de las declaraciones con arreglo al artículo 2 del modelo de Protocolo adicional y el acceso complementario.

En noviembre se celebró en Minsk (Belarús) un seminario sobre los aspectos técnicos, jurídicos y políticos de la concertación y aplicación de Protocolos adicionales. El seminario fue organizado por el Organismo a petición de Belarús y otros Estados de la región. Entre los participantes en el seminario figuraron Belarús, Estonia, Letonia, Lituania y Ucrania.

El Organismo aplicó salvaguardias fortalecidas a través de una serie de medidas, incluidas la instalación o la renovación de equipo. Además de los sistemas de vigilancia a distancia (RMS) que ya están en funcionamiento, se utiliza dicho sistema en cinco instalaciones de Sudáfrica, una de Suiza y dos con LWR en el Japón, con lo cual el número total de RMS en uso corriente era de 21 a fines de 2000. En Ucrania se completó el enfoque de salvaguardias con la instalación de un sistema de vigilancia automatizada en la Unidad 2 de

Chernóbil. Concluyó la sustitución de sistemas de vigilancia análogos por digitales en otros 15 LWR del Japón y en 12 LWR y un reactor de carga en servicio en la República de Corea. En este último país, seis LWR tienen sistemas de vigilancia digital cuyos datos se transmiten al Organismo. En lo que respecta a la aplicación de salvaguardias en los LWR de la República de Corea, un grupo de trabajo concluyó su informe final, que contiene un análisis de la relación costo/beneficio de las transferencias de datos de los LWR al Organismo, que señala importantes economías en relación con un enfoque de salvaguardias basado en la transmisión de datos a distancia. La instalación de los dispositivos de RMS se basó en análisis de costos/beneficios específicos para las instalaciones.

Se instalaron sistemas de vigilancia radiológica automatizada (URM) en dos reactores experimentales/prototipo con combustible de plutonio en el Japón para vigilar los flujos hacia y fuera de zonas de difícil acceso y verificación. Asimismo, se instalaron sistemas URM para vigilar la carga y descarga del núcleo de un reactor reproductor rápido en el Japón. Actualmente se utiliza de modo corriente un sistema URM en la instalación de almacenamiento en seco de combustible gastado de Paks (Hungría).

Sistemas de medición por ensayos no destructivos (END) automáticos se utilizan corrientemente en dos plantas de fabricación de combustible de MOX en Bélgica. Estos sistemas son componentes esenciales de los arreglos con la EURATOM en el marco del Nuevo Enfoque de Cooperación (NEC). Además, en una instalación de reactor de Alemania se está utilizando un sistema de medición automática por END para la verificación del flujo del combustible gastado a los cofres de transporte para su almacenamiento en seco a largo plazo.

Con respecto a la verificación de las transferencias de combustible gastado, se hicieron ensayos con sistemas de vigilancia automatizada de las transferencias de combustible gastado para almacenamiento a mediano plazo en Bélgica y en Alemania. Además, se aplicó en la India un nuevo enfoque de

salvaguardias para las transferencias de combustible gastado a almacenamiento en seco de un reactor tipo CANDU. Este enfoque se basa en la creación de una base de datos sobre marcas de identificación inequívocas de los silos de combustible gastado. En el mismo contexto, se aplicaron también mediciones más avanzadas del combustible gastado en la verificación durante las transferencias de combustible gastado al almacenamiento en

***“Continuó el perfeccionamiento del enfoque de salvaguardias para la Japan Nuclear Fuel Ltd. (JNFL), que será la mayor planta de reprocesamiento de combustible bajo salvaguardias del Organismo.”***

seco de una central nuclear de Armenia. En Ucrania se realizaron actividades preparatorias para la verificación de las transferencias de combustible gastado de Zaporozhe. Durante gran parte del año continuaron las transferencias de combustible gastado a almacenamiento en seco en Hungría, Lituania y la República Checa.

Se utilizaron nuevas técnicas y procedimientos en el curso de las actividades de verificación del Organismo relacionadas con la campaña de introducción en bidones del combustible gastado en el reactor reproductor rápido BN-350 del Kazajstán. Por ejemplo, un sistema de vigilancia multiintegrada del combustible gastado permite que los inspectores conozcan en todo momento los movimientos de materiales nucleares en un entorno complejo. Para la verificación cuantitativa (defectos parciales) del combustible irradiado y los elementos fértiles se utiliza un contador de coincidencia del combustible gastado. Las actividades de descarga del núcleo del reactor se vigilaron durante toda la campaña, y la introducción en bidones de todo el combustible del núcleo concluyó a mediados de octubre de 2000, con lo cual el número total de conjuntos combustibles gastados acondicionados en silos llegó a casi 2 800. El estado vacío del núcleo se verificó sin problemas a mediados de noviembre de 2000. Se tiene

previsto concluir para mayo de 2001 todas las actividades de introducción en bidones relativas al BN-350.

Continuó el perfeccionamiento del enfoque de salvaguardias para la Japan Nuclear Fuel Ltd. (JNFL), que será la mayor planta de reprocesamiento de combustible bajo salvaguardias del Organismo. Se identificaron los límites de las zonas de balance de materiales (MBA) y los puntos clave de medición correspondientes. El Organismo participó en la planificación y el diseño del laboratorio en el emplazamiento (OSL), que está en construcción. Se elaboró una lista del equipo necesario para la instalación y el OSL, junto con las estimaciones de costos de un proyecto de presupuesto, elaborándose también las especificaciones conceptuales relativas al diseño, adquisición, instalación, ensayos y aceptación del equipo de salvaguardias. En ese contexto se procedió a la validación de un método para determinar los elementos de impurezas en materiales de uranio usando espectrómetros de masas de plasma inductivamente acoplados. El costo total del equipo de salvaguardias “retirable”, del Organismo, que ha de adquirirse e instalarse durante 2002-2005 en la planta de reprocesamiento y en el OSL, se estima alrededor de los 9 millones de dólares, de un total de 36 millones.

Se introdujeron medidas de salvaguardias reforzadas en la instalación de reelaboración de Tokai (Japón), con el objeto de mantener la continuidad de los conocimientos de las muestras de salvaguardias desde el momento en que se toman las muestras hasta que reciben en el Laboratorio Analítico de Salvaguardias (LAS) del Organismo. Se recogieron muestras de frotis fuera de las celdas para contribuir al establecimiento de los datos básicos para la instalación. Se iniciaron actividades de inspección ordinaria en Otros Puntos Estratégicos para confirmar la situación operacional de la instalación. Se iniciaron las Verificaciones de la información sobre el diseño trimestrales (DIV) en cumplimiento de las disposiciones del Plan DIV acordado. Se completaron dos breves campañas de ensayos de reelaboración en el marco de un régimen de inspección continua. Para ello se utilizaron 323 días-persona de inspección (PDI).

Además, durante 2000:

- Se aplicaron salvaguardias en 10 nuevos reactores MW de alta temperatura refrigerados por gas, en Nankou (China);
- Se aplicó un doble enfoque de salvaguardias de contención/vigilancia para la entrada y almacenamiento de desechos de MOX, que se utilizará en la Solution Critical Facility del Japón;
- Se puso en práctica un plan de inspecciones aleatorias con corto preaviso (SNRI) en cuatro instalaciones del Japón de fabricación de combustible de uranio poco enriquecido (UPE) y en una instalación de ese tipo en España;
- Se realizaron ensayos del nuevo sistema de inspecciones no anunciadas en instalaciones de Australia.

La cooperación del Organismo con autoridades regionales y estatales incluyó dos reuniones del Grupo de examen de la aplicación de salvaguardias (SIRG) con Ucrania, en las que se trataron cuestiones de aplicación de salvaguardias. De particular importancia, por otro lado, fue el Taller de la ASEAN que se celebró en Bangkok en agosto de 2000 para analizar la función del Organismo en la aplicación del Tratado sobre una Zona Libre de Armas Nucleares en el Asia Sudoriental.

Las actividades de cooperación en materia de I&D del Organismo con la EURATOM – en el marco del Nuevo Enfoque de Cooperación (NEC) – dieron como resultado el desarrollo de una nueva generación de precintos electrónicos y el establecimiento de especificaciones para una nueva generación de sistemas de vigilancia digital de cámara múltiple. Además, se estableció un grupo de trabajo encargado de realizar evaluaciones del balance de materiales, que empezó a examinar los procedimientos de contabilidad y la calidad de los sistemas de medición de los explotadores e inspectores en instalaciones de manipulación de material a granel. Un enfoque encaminado a compartir recursos comunes se centró en aspectos tales como compra de equipos, capacidades analíticas y capacitación. En la esfera de la capacitación, se desarrolló un nuevo curso para inspectores del Organismo y la EURATOM sobre las disposiciones para

aplicación de salvaguardias en el marco del NEC en determinados tipos de instalaciones.

Con respecto a las actividades de salvaguardias del Organismo en los Estados poseedores de armas nucleares, se inspeccionaron los materiales nucleares señalados como no necesarios ya para fines militares en instala-

***“En la esfera de la capacitación, se desarrolló un nuevo curso para inspectores del Organismo y la EURATOM sobre las disposiciones para aplicación de salvaguardias en el marco del NEC en determinados tipos de instalaciones.”***

ciones de almacenamiento de plutonio y uranio muy enriquecido (UME), que los Estados Unidos habían sometido a las salvaguardias del Organismo (véase el cuadro I). Conversaciones técnicas sobre un enfoque de salvaguardias para la estabilización del plutonio bajo salvaguardias dieron como resultado la planificación de una campaña de estabilización en 2001, tras la cual el plutonio se almacenará en otro depósito a largo plazo, bajo salvaguardias del Organismo. Mientras no entre en vigor un acuerdo entre los Estados Unidos de América y el Organismo en el marco de la Iniciativa Trilateral, se prevé la aplicación de salvaguardias al plutonio de dicha instalación, de conformidad con el Acuerdo de ofrecimiento voluntario. En Francia se mantuvo la continuidad del conocimiento en relación con el combustible de MOX de Bélgica durante su reembalaje para envío al Japón. El Reino Unido continuó proporcionando voluntariamente las declaraciones con arreglo al artículo 2 durante todo el año 2000, a la espera de la entrada en vigor del Protocolo adicional entre dicho país, el Organismo y la EURATOM.

El Organismo tomó muestras ambientales para completar datos de referencia, aplicar el muestreo corriente, y como parte de las actividades de acceso complementario en el marco

de Protocolos adicionales. También inició conversaciones con dos Estados Miembros para realizar ensayos in situ de muestreo ambiental destinados a comprobar elementos de muestreo, análisis y evaluación que serían aplicables tanto al muestreo en el emplazamiento en particular, como en toda la región. La base de datos de muestreo ambiental entró en su fase operacional.

En el LAS y la Red de Laboratorios Analíticos (RLA) se analizaron 635 muestras de materiales nucleares y agua pesada, que dieron lugar a la comunicación de 1 401 resultados de verificación de la contabilidad de materiales de las declaraciones de los explotadores de las instalaciones. Se realizaron mediciones de otras 17 muestras con otros fines de salvaguardias. El personal del LAS realizó mediciones de selección por fluorescencia por rayos X y espectrometría gamma en 538 muestras ambientales recogidas por inspectores del Organismo para extraer conclusiones sobre la

ausencia de actividades nucleares no declaradas. En el Laboratorio Limpio y en la RLA se realizaron análisis de muestras ambientales a granel y de partículas. Se prepararon también en el LAS aproximadamente 420 juegos (kits) de muestreo de frotis limpios para uso en muestreo ambiental de rutina.

Se desarrollaron técnicas mejoradas para el análisis de partículas microscópicas tomadas de muestras ambientales, utilizando para ello las técnicas de espectrometría de masas de iones secundarios (SIMS) y microscopía electrónica con barrido. Se diseñó un método “acelerado” de análisis por SIMS que permite agilizar el análisis de las muestras provenientes de las instalaciones de enriquecimiento. Se construyó un nuevo sistema, de espectrometría por fluorescencia X, con una sensibilidad diez veces superior a la del sistema anterior, para detectar la presencia de uranio en las muestras de frotis ambientales recogidas en instalaciones con celdas

**CUADRO I. ACTIVIDADES DE VERIFICACIÓN**

	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
Inspecciones realizadas	2 507	2 495	2 467
Días-persona de inspección	10 071	10 190	10 264
Precintos colocados a materiales nucleares o equipo de salvaguardias, retirados y posteriormente verificados(incluidos los precintos aplicados conjuntamente con la EURATOM)	26 824	28 044	25 484
Películas de vigilancia óptica examinadas	932	1 271	873
Cintas de vídeo examinadas	4 884	5 033	5 226
Muestras de materiales nucleares analizadas	645	664	626
Resultados de análisis de materiales nucleares notificados	1 610	1 587	1 401
Muestras ambientales analizadas	497	511	246
<b>Materiales nucleares sometidos a salvaguardias (en toneladas)</b>			
Plutonio contenido en combustible irradiado	593	628	642,8
Plutonio separado fuera del núcleo del reactor	62,4	73,1	72,2
Plutonio reciclado en elementos combustible en el núcleo del reactor	7,2	8,0	10,7
Uranio muy enriquecido	21,4	21,2	21,8
Uranio poco enriquecido	49 483	51 191	48 974
Materiales básicos	90 622	92 150	91 677

calientes. Un aspecto destacado en la esfera de la garantía de calidad fue la obtención por

**“Un aspecto destacado en la esfera de la garantía de calidad fue la obtención por parte del Laboratorio Limpio del Organismo de la certificación ISO 9002.”**

parte del Laboratorio Limpio del Organismo de la certificación ISO 9002.

## **DESARROLLO Y APOYO**

Con respecto al apoyo y desarrollo de sistemas de vigilancia automática, se instalaron equipos de vigilancia a distancia, con buenos resultados, en instalaciones de almacenamiento de Ucrania y Belarús. En ambas instalaciones se utiliza la transmisión de datos por satélite; sin embargo, es necesario aclarar algunos aspectos antes de iniciar la transmisión corriente de datos a la Sede del Organismo. En el marco de un programa de apoyo conjunto se realizaron ensayos in situ de un complejo sistema de vigilancia a distancia para verificar la transferencia del combustible gastado tipo CANDU a lugares de almacenamiento en seco en la Argentina. Se llevaron a cabo estudios de viabilidad relativos a la aplicación de sistemas de vigilancia a distancia de un depósito de combustible sin irradiar (UME) en una instalación de reactor de investigación en Polonia. También se efectuaron ensayos de vigilancia a distancia en cooperación con la EURATOM en una instalación de reactor de Suecia y en una instalación de almacenamiento de Alemania, en el marco de los Programas de apoyo de los Estados Miembros. Los resultados de estos ensayos son importantes para el desarrollo de futuros enfoques de salvaguardias, dado que se identificaron y corrigieron posibles problemas con los precintos.

Se han instalado tres monitores de enriquecimiento en línea en una instalación

estadounidense de degradación para obtener información exacta sobre el enriquecimiento y la concentración del uranio. En la misma instalación se emplazó un monitor de flujo para medir el volumen de las entradas y salidas de productos, y se puso en práctica un sistema de contabilidad en tiempo casi real para evaluaciones in situ.

A finales de 2000 el Organismo había instalado sistemas de vigilancia de imágenes digitales en 24 países. En términos más específicos, estaban en uso 138 sistemas que accionaban 208 cámaras, incluidos 38 sistemas capaces de funcionar en la modalidad de vigilancia a distancia. Se adquirieron otros 53 sistemas que se instalarían en 2001. Se iniciaron los ensayos de un sistema de vigilancia portátil y de un sistema de cámaras múltiples basados en la misma tecnología. Se está desarrollando nueva dotación física para mejorar la solidez del módulo de cámaras en ambientes de radiación. Además, 24 sistemas automáticos de vigilancia radiológica que accionaban 65 conjuntos detectores estaban transmitiendo datos al Organismo.

El Organismo inauguró una Instalación de apoyo para equipo de salvaguardias en su Sede, en la que se efectuarán evaluaciones, ensayos y actividades de apoyo para sistemas de vigilancia, sistemas de vigilancia radiológica y de vigilancia a distancia. Esta Instalación también permite el almacenamiento en condiciones de seguridad del equipo de salvaguardias.

Dentro de las actividades encaminadas a garantizar la seguridad de las comunicaciones, se desarrolló un procedimiento normalizado para la tramitación de los informes de contabilidad de materiales nucleares que se reciben como anexos cifrados, a través del correo electrónico. Este procedimiento se utiliza también para el procesamiento de los datos que se reciben por correo electrónico de la ABACC, la EURATOM y el Canadá. En este contexto, una de las metas del Organismo, desde hace mucho, ha sido la de permitir que los inspectores que trabajan sobre el terreno tengan acceso a distancia a las instalaciones informáticas de la Sede. En consecuencia, se ha desarrollado una “Red privada virtual”

(VPN) que ofrece un enlace seguro, económico y fiable entre los inspectores sobre el terreno y el Organismo. El VPN también permite que los inspectores tengan acceso inmediato a la red de área local del Organismo en Viena para la recuperación de información. Hasta la fecha más de 50 inspectores han recibido capacitación en los aspectos técnicos y de seguridad de esta tecnología y están utilizando el servicio.

***“El Organismo recibió apoyo para el desarrollo de salvaguardias integradas de varios Programas de Apoyo de los Estados Miembros y de un Grupo de Expertos nombrado por el Director General.”***

El Organismo ha llevado a cabo estudios amplios para determinar el potencial de la utilización limitada de imágenes por satélites comerciales como una de las herramientas de un régimen de salvaguardias fortalecidas. En 2000 el Organismo estableció una base de datos con imágenes de emplazamientos nucleares. Asimismo, un grupo internacional de analistas y consultores en obtención de imágenes, proveniente de los Estados Miembros, prestó gran asistencia al Organismo.

Se ha desarrollado una nueva herramienta informática en apoyo de la organización de información de fuentes públicas. Dicha herramienta creará importantes ventajas para el proceso de evaluaciones estatales, como por ejemplo la prestación de asistencia para análisis y la creación y almacenamiento de archivos electrónicos estatales.

Con respecto al desarrollo de conceptos para las salvaguardias integradas, el Organismo elaboró directrices que definen las condiciones que debe satisfacer un Estado y las actividades que ha de realizar el Organismo, de modo que se puedan extraer conclusiones en relación con la ausencia de materiales y actividades nucleares no declarados en un Estado. Esas directrices fueron examinadas

por el Grupo Asesor Permanente sobre Aplicación de Salvaguardias (SAGSI) y están utilizándose con carácter provisional. Además de las salvaguardias integradas, el Organismo desarrolló enfoques para tres instalaciones de tipo genérico: LWR sin combustible de MOX; reactores de investigación; e instalaciones de almacenamiento de combustible gastado. Por otro lado, se individualizaron los requisitos que es necesario cumplir para que se pueda proceder con éxito a la realización de inspecciones sin previo aviso. El Organismo recibió apoyo para el desarrollo de salvaguardias integradas de varios Programas de Apoyo de los Estados Miembros y de un Grupo de Expertos nombrado por el Director General.

Se continuó perfeccionando la infraestructura necesaria para la aplicación del acceso complementario mediante el establecimiento de directrices internas para todos los tipos de lugares que se señalan específicamente en los Protocolos adicionales. Esas directrices se están aplicando a título provisional. Por otro lado, el Organismo publicó orientaciones relativas al procesamiento de paquetes de datos sobre acceso complementario y estableció una base de datos sobre las actividades relacionadas con el acceso complementario.

Utilizando la experiencia previamente adquirida en el examen de las declaraciones de los Estados, el Organismo elaboró directrices relativas a dichos exámenes, que se utilizan actualmente. A modo de apoyo al proceso de evaluaciones estatales y examen de las declaraciones se agregaron nuevos elementos al modelo físico. Se publicó también un informe sobre el uso óptimo del modelo físico y se dio el visto bueno a un nuevo capítulo sobre almacenamiento y disposición final del combustible gastado, para uso en el Organismo. Con la asistencia obtenida a través de los Programas de Apoyo de los Estados Miembros se elaboraron nuevos capítulos sobre instalaciones con celdas calientes e instalaciones de gestión de desechos. Se celebraron dos reuniones de consulta con los Estados Miembros sobre salvaguardias para repositorios geológicos y plantas de acondicionamiento para disposición final de combustible gastado.



La calidad del sistema de verificación de los precintos se vigiló mediante la inclusión de ejemplos deliberadamente alterados (precintos testigo) entre los precintos entregados a los inspectores. Además, se vigiló la calidad del examen mediante una revisión reiterada de medios de registro seleccionados al azar y el control de los registros de los exámenes de vigilancia pertinentes.

Se mejoró el programa de capacitación en salvaguardias con la adición de nuevos cursos de capacitación orientados hacia la necesidad de perfeccionar las aptitudes y conocimientos del personal de salvaguardias de los Estados Miembros. Además de los cursos para inspectores sobre salvaguardias “tradicionales”, se impartió capacitación sobre la aplicación de salvaguardias fortalecidas, particularmente en los siguientes aspectos:

- Realización de muestreo ambiental;
- Evaluación de información y preparación de informes anuales de evaluación de los Estados;
- Protección de información confidencial mediante el uso de correo electrónico codificado y del sistema VPN;
- Aplicación del acceso complementario y cumplimiento de los requisitos de seguridad con respecto a la información;
- Actualización y mejoramiento de los conocimientos de los inspectores en relación con los principios y prácticas de las salvaguardias fortalecidas;

- Mejoramiento de los conocimientos de los inspectores con respecto a los indicadores del ciclo del combustible nuclear y de la proliferación. En esta esfera, el primer curso específicamente diseñado para funcionarios del Organismo se organizó y realizó en cooperación con el Programa de Apoyo del Reino Unido.

El Organismo impartió capacitación a personal de los Estados Miembros como medio de ayudar a los Estados a cumplir sus obligaciones de salvaguardias. Se celebraron cursos regionales e internacionales para personal de los Sistemas nacionales de contabilidad y control (SNCC). Entre los temas figuraron los siguientes: contabilidad de materiales nucleares; actividades básicas de salvaguardias; salvaguardias fortalecidas, prestando especial atención al modelo de Protocolo adicional; requisitos de los Estados Miembros derivados de los artículos 2 y 3 del modelo de Protocolo adicional; y otros temas conexos.

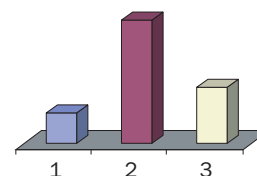
Por último, el Organismo puso en práctica el programa de capacitación en salvaguardias, diseñado para dar a jóvenes profesionales de Estados Miembros con una limitada infraestructura nuclear la oportunidad de adquirir experiencia adecuada que les permita ocupar puestos en el Organismo. De los seis participantes que completaron el curso de nueve meses, cuatro han recibido propuestas de trabajo como inspectores de salvaguardias.

# SEGURIDAD DE LOS MATERIALES

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Prestar asistencia a los Estados Miembros, mediante la capacitación, la asistencia de expertos, equipo e intercambio de información, en la protección de materiales nucleares y otros materiales radiactivos contra la incautación forzosa, el robo y otras actividades delictivas y proporcionarles los conocimientos e instrumentos para detectar los incidentes de tráfico, en caso de que se produzcan, y responder a ellos.

Gastos con cargo al  
Presupuesto Ordinario: \$ 861 111  
Gastos del Programa extrapresupuestario  
(no incluidos en el gráfico): \$ 847 885



1. Información: \$ 126 732
2. Protección de los materiales nucleares: \$ 503 441
3. Protección de otros materiales radiactivos: \$ 230 938

## PANORAMA GENERAL

El Organismo se centró en prestar asistencia a los Estados Miembros y establecer sistemas para impedir la desviación de materiales nucleares hacia fines ilegales o no autorizados. El intercambio de información se continuó y se amplió mediante el uso de nuevos programas informáticos; el número de Estados participantes en el programa de la base de datos sobre tráfico ilícito (ITDB) aumentó. Entre las actividades de capacitación organizadas para los Estados Miembros figuraron seminarios regionales realizados en cooperación con la Organización Mundial de Aduanas (OMA) y la INTERPOL, así como seminarios nacionales. En octubre de 2000 el Organismo concluyó el informe final del Programa de evaluación de la detección de la radiación en el tráfico ilícito (ITRAP). Reconociendo la necesidad de los países de contar con equipo de detección y vigilancia, el Organismo formuló un programa de seguimiento sobre desarrollo tecnológico, en cooperación con los Estados Miembros y la industria privada. Por último, el Organismo contribuyó a las actividades de los Estados Miembros encaminadas a mejorar las normas internacionales para la protección física de los materiales nucleares.

## INFORMACIÓN

El intercambio de información eficaz y exacto es de vital interés para el Organismo y los Estados Miembros. Por consiguiente, el Organismo rediseñó la base de datos sobre tráfico ilícito (ITDB), que contiene 531 incidentes, de los cuales 345 fueron confirmados, incluidos 175 incidentes confirmados en los que intervinieron materiales nucleares. La versión de demostración se distribuyó a los representantes de los Estados Miembros en la reunión de examen del programa ITDB, celebrada en noviembre de 2000, así como a organizaciones internacionales seleccionadas.

Las mejoras de los programas informáticos permitirán acceder a información más completa que la que se podía obtener anteriormente. También se examinó la posibilidad de acceder en el futuro a la ITDB a través de una aplicación basada en la Web, cuestión que se evaluará en 2001. Otros siete Estados Miembros se adhirieron al programa ITDB en 2000, con lo que el número total de miembros asciende actualmente a 68.

## PROTECCIÓN DE LOS MATERIALES NUCLEARES

Se llevaron a cabo tres reuniones de un grupo de trabajo de la Reunión de Expertos "para examinar si había necesidad de revisar la Convención sobre la protección física de los materiales nucleares". A petición del grupo de trabajo, la Secretaría elaboró varios documentos sobre los siguientes temas: análisis del tráfico ilícito de materiales nucleares; recomendaciones y orientaciones del OIEA en materia de protección física, y su aplicación; servicio internacional de asesoramiento sobre protección física (IPPAS) del OIEA; programa de capacitación en protección física del OIEA; otro tipo de apoyo del OIEA a los Estados Miembros en la esfera de la protección física; objetivos y principios fundamentales de la protección física; programa coordinado de apoyo técnico; y recopilación de aportaciones de los Estados Miembros en materia de apoyo bilateral para protección física. El grupo individualizó varias recomendaciones iniciales encaminadas a continuar promoviendo la

eficaz aplicación y mejoramiento de la protección física en todo el mundo. Las recomendaciones incluían toda una serie de medidas, iniciativas y acciones relacionadas con: el fortalecimiento de la Convención existente; la necesidad de que los Estados Miembros presenten una resolución en la 45ª reunión de la Conferencia General; y el mejoramiento de

***“Las recomendaciones revisadas sobre la protección física de los materiales y las instalaciones nucleares destacaron la necesidad de utilizar las evaluaciones de las amenazas como base para las disposiciones en materia de protección física.”***

la jerarquía lógica de documentos sobre protección física para orientar a los Estados en el diseño, la aplicación y la reglamentación de sus sistemas nacionales de protección física. Se espera que la Reunión de Expertos examine las recomendaciones finales del grupo de trabajo y comunique sus conclusiones al Director General del Organismo en el transcurso de 2001.

A fin de seguir ayudando a los Estados Miembros a evaluar sus disposiciones en la esfera de la protección física, el Organismo envió misiones del Servicio internacional de asesoramiento sobre protección física (IPPAS), a Belarús y la República Democrática del Congo. Las recomendaciones revisadas sobre la protección física de los materiales y las instalaciones nucleares destacaron la necesidad de utilizar las evaluaciones de las amenazas como base para las disposiciones en materia de protección física. A este respecto, el Organismo finalizó el programa de un taller sobre las amenazas base de diseño (ABD), elaboradas con el fin de ayudar a los Estados a examinar sus evaluaciones de las amenazas.

## PROTECCIÓN DE OTROS MATERIALES RADIATIVOS

La experiencia adquirida en la aplicación del Programa de evaluación de la detección de la

radiación en el tráfico ilícito (ITRAP), y a través de los resultados de sus propios ensayos, llevó al Organismo a proponer un PCI encaminado al mejoramiento de los medios técnicos para detectar el tráfico ilícito. Una de estas técnicas, que consiste en utilizar detectores de CdZnTe en identificadores manuales de isótopos y que es necesaria para caracterizar los elementos radiactivos incautados en las fronteras, ha demostrado su utilidad en la detección de fuentes blindadas y mezcladas.

En el marco de una actividad conexas, se concluyó la evaluación ITRAP, cuyos resultados se presentaron en octubre de 2000. La certificación de varios tipos de equipos de vigilancia y detección permitirá a los Estados Miembros seleccionar de manera más eficaz el equipo necesario para diferentes aplicaciones.

Se elaboró un documento técnico en cooperación con la INTERPOL y la OMA. Se examinan allí diversos aspectos del tráfico ilícito,

incluido el alcance del equipo de detección y vigilancia disponible, y las respuestas a incidentes de tráfico ilícito.

Se propuso un PCI encaminado a mejorar las capacidades de los Estados Miembros para la vigilancia en las fronteras y la utilización del equipo de detección. El PCI aprovechará los conocimientos especializados del Organismo, los contratistas y fabricantes en relación con el diseño y la fabricación de la próxima generación de equipo de detección e identificación.

El Organismo, a través de los Programas de apoyo de los Estados Miembros, elaboró programas informáticos para un espectrómetro digital gamma manual a escala comercial e inició los ensayos sobre el terreno conexos. Se trata de un dispositivo plurifuncional para actividades tales como la detección del tráfico de materiales nucleares y fuentes radiactivas, caracterización de los desechos nucleares y para utilización en verificación nuclear.



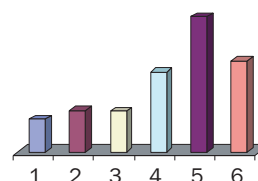
**Programa del  
Organismo  
para 2000:  
Gestión y Divulgación**

# GESTIÓN, COORDINACIÓN Y APOYO

## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Dar orientación general y normativa, asesoramiento jurídico, coordinación y apoyo administrativo para cumplir con eficacia y eficiencia el mandato del Organismo recogido en el programa aprobado.

Gastos con cargo al  
Presupuesto Ordinario: \$ 56 727 552  
Gastos del Programa extrapresupuestario  
(no incluidos en el gráfico): \$ 567 141



1. Gestión ejecutiva: \$ 4 357 622
2. Servicios para los Órganos Rectores: \$ 5 594 290
3. Actividades jurídicas, relaciones exteriores e información pública: \$ 5 486 896
4. Administración: \$ 10 735 438
5. Servicios generales: \$ 18 260 762
6. Gestión de la información y servicios de apoyo: \$ 12 292 544

## ACTIVIDADES JURÍDICAS

Al igual que en años anteriores, el Organismo prestó asistencia legislativa a los Estados Miembros para permitirles desarrollar aún más su legislación nuclear. En particular, prestó asistencia a 20 países mediante comentarios escritos o asesoramiento sobre legislaciones nacionales concretas que se le han presentado para su examen. Asimismo, a solicitud de cinco Estados Miembros, el Organismo brindó capacitación en diversos aspectos de la legislación nuclear. Además de la decisión de la Junta de Gobernadores de diciembre de 1999 relativa a la ejecución del proyecto modelo sobre mejoramiento de las infraestructuras de protección radiológica, el Organismo ayudó a los Estados Miembros que todavía deben establecer un marco legislativo y reglamentario para la aplicación de normas de salud y seguridad adecuadas a los proyectos del Organismo, incluidos los proyectos de cooperación técnica. También prestó asesoramiento a los Estados Miembros sobre lo siguiente:

- Legislación y reglamentos de protección radiológica (para países africanos francófonos);
- Cuestiones legislativas relacionadas con la creación de un marco jurídico que rijan la seguridad en la gestión de desechos radiactivos y el transporte seguro de materiales radiactivos (para países de Asia oriental y el Pacífico);
- Creación de un marco jurídico que rijan la preparación y respuesta para casos de emergencia y la responsabilidad civil por daños nucleares (para países de América Latina);
- Evaluación de la infraestructura legislativa y reglamentaria de seguridad radiológica (para países de Asia occidental y Asia sudoriental);
- Redacción de la legislación nuclear para determinados Estados Miembros.

## INFORMACIÓN PÚBLICA

Una de las primeras actividades del plan de acción para aplicar la nueva política de información pública y divulgación fue la

celebración de un “Foro industrial” en enero de 2000. Convocado con el objetivo de ampliar y fomentar los contactos del Organismo con asociados no tradicionales, el foro ofreció una oportunidad para que representantes del sector privado intercambiaran opiniones con la Secretaría con respecto a las perspectivas futuras de la energía nucleoelectrónica y aplicaciones conexas.

Para dar mayor divulgación a sus actividades, el Organismo incluyó una serie de páginas de información en su sitio *WorldAtom* de la Web (<http://www.iaea.org/worldatom>) y publicó

***“Una de las primeras actividades del plan de acción para aplicar la nueva política de información pública y divulgación fue la celebración de un “Foro industrial” en enero de 2000.”***

folletos especiales. Entre los temas abordados figuran la Conferencia de Examen del TNP celebrada en la primavera de 2000, la Sexta Conferencia de las Partes (CoP-6) en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático celebrada en La Haya, y el Foro Científico sobre cuestiones relativas a los desechos organizado paralelamente a la Conferencia General celebrada en septiembre. Esta última actividad recibió cobertura adicional en los diversos medios de comunicación, incluida la publicación de numerosas fotos y la presentación de video clips de noticias.

En lo que respecta a las publicaciones, el Organismo prestó especial atención a las cuestiones de sanidad humana en sus actividades de información y divulgación. Por ejemplo, publicó un folleto sobre la lucha contra las enfermedades infecciosas en las naciones en desarrollo.

Se distribuyeron unos 800 productos de video de información pública a órganos gubernamentales, no gubernamentales y otros, incluidos canales de televisión pública y comercial.

Por otra parte, para destacar la mayor atención que prestó en 2000 a las cuestiones de la gestión de desechos, el Organismo produjo un vídeo para el Foro Científico celebrado durante la reunión de la Conferencia General.

Durante todo el año se celebraron seminarios regionales de información pública a intervalos periódicos en Brasil, Finlandia, Hungría, Rumania y Tailandia. Asimismo, se presentaron varias exposiciones en varios lugares, incluida una sobre Hiroshima y Nagasaki en el Centro Internacional de Viena (CIV).

## GESTIÓN FINANCIERA

El nuevo Sistema de gestión de información financiera (AFIMS) del Organismo comenzó a funcionar el 1 de enero de 2000. Como suele suceder con la implantación de un sistema totalmente nuevo, sobre todo basado en una nueva plataforma tecnológica, se dedicaron notables esfuerzos a estabilizar el sistema, mejorar su uso y perfeccionar su interfaz electrónica con los sistemas de satélites. Durante los últimos meses del año, gran parte de los esfuerzos se centraron en la comprobación de las características de cierre de año del nuevo programa informático para garantizar un proceso fluido, ya que el cierre de las cuentas para 2000 sería el primer uso que se daría al nuevo sistema.

La Conferencia General asignó una suma de 226,3 millones de dólares para el Presupuesto Ordinario del Organismo de 2000, sobre la base de un tipo de cambio de 12,70 chelines austriacos por dólar de los Estados Unidos, de los cuales 221,7 millones de dólares estuvieron asociados a programas del Organismo. Esta última suma fue ajustada a 195,2 millones de dólares para tener en cuenta el tipo de cambio medio de las Naciones Unidas (14,8635 chelines austriacos por dólar de los Estados Unidos) experimentado realmente durante el año.

El Presupuesto Ordinario para 2000, a un tipo de cambio de 14,8635 chelines austriacos por dólar de los Estados Unidos, ascendió a 199,3 millones de dólares, de los cuales

191 millones de dólares se habrían de financiar con las cuotas de los Estados Miembros sobre la base de la escala de prorrateo de 2000, 4 millones de dólares con los ingresos de trabajos reembolsables para otras organizaciones y 4,3 millones de dólares con otros ingresos varios.

Los gastos reales del Presupuesto Ordinario del Organismo en 2000 se elevaron a 196,4 millones de dólares, de los cuales 192,3 millones de dólares se relacionaron con los programas del Organismo (véase el Anexo, cuadro A1). El presupuesto no utilizado de los programas del Organismo ascendió a 2,9 millones de dólares, mientras que el presupuesto total no utilizado fue de 2,8 millones de dólares tomando en cuenta los trabajos reembolsables para otras organizaciones.

Hubo un total de 38,7 millones de dólares en recursos extrapresupuestarios efectivamente disponibles para los programas del Organismo. Este total estaba integrado por 15,1 millones de dólares por concepto de saldo no utilizado arrastrado de 1999 y 23,6 millones de dólares de fondos extrapresupuestarios adicionales puestos a disposición en 2000. Los gastos de 2000 ascendieron a 20,9 millones de dólares (véase el cuadro A2 del Anexo), de los cuales el 50% se gastó con cargo a fondos de los Estados Unidos de América, principalmente en apoyo de los programas del Organismo para actividades de salvaguardias. Un 14% aproximadamente de los gastos de 2000 se hizo con cargo a fondos proporcionados por el Japón y se utilizaron principalmente para apoyar actividades relativas a la seguridad de las instalaciones nucleares en países del Asia sudoriental, el Pacífico y el Lejano Oriente. Otro 13% provino de fondos aportados por Estados Miembros de la Unión Europea, que se utilizó básicamente para financiar actividades de verificación en el Iraq con arreglo a las resoluciones del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas. El 23% restante de los gastos correspondientes a 2000 se hizo con cargo a fondos de otros donantes, y en su mayor parte se utilizó para el financiamiento de actividades de verificación en el Iraq y actividades en el sector de la agricultura y la alimentación.



## GESTIÓN DE PERSONAL

Como parte de su proceso de planificación de recursos humanos, el Organismo elaboró un “pronóstico de puestos vacantes” que ha dado flexibilidad a la redefinición de los perfiles de

***“Como parte de su proceso de planificación de recursos humanos, el Organismo elaboró un “pronóstico de puestos vacantes” que ha dado flexibilidad a la redefinición de los perfiles de puestos para atender a las necesidades de los programas.”***

puestos para atender a las necesidades de los programas. También proporciona a los Estados Miembros información sobre futuras oportunidades de empleo y no sólo permitirá que los centros nacionales de contratación comiencen la búsqueda temprana de personal de países en desarrollo y países subrepresentados o no representados, sino que también propiciará la contratación de un número mayor de mujeres.

Para inculcar un enfoque común en materia de gestión a nivel interno, el Organismo estableció el curso de capacitación que incluye un programa de estudios con certificado en materia de gestión (MCC). El MCC también está estrechamente vinculado a las reformas en curso, sobre todo en lo que respecta a la planificación y ejecución de los programas, el otorgamiento de prioridades en la asignación de los recursos financieros y la racionalización de los procedimientos de gestión de recursos humanos. El Organismo concibe el MCC como un proceso interactivo que permite al personal directivo participar activamente en las actividades más amplias de reforma e influir en ellas. Al final de 2000 más de 100 funcionarios directivos habían finalizado el curso.

Al final de 2000 había 2 173 funcionarios en la Secretaría: 912 en el Cuadro Orgánico y categorías superiores y 1 261 en la categoría de Servicios Generales. Estas cifras representan 1 629 funcionarios de plantilla, 284 funcionarios supernumerarios y 172 funcionarios

contratados con fondos extrapresupuestarios, así como 59 expertos y 20 consultores a título gratuito. Noventa y tres nacionalidades estuvieron representadas entre los 670 funcionarios que cubrieron puestos sujetos a distribución geográfica.

## GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN

Con el fin de mejorar *GovAtom*, el sitio de acceso restringido del Organismo que contiene los documentos de los Órganos Rectores, se distribuyó un cuestionario a los Estados Miembros y sus misiones permanentes en Viena para solicitar los comentarios y sugerencias de los usuarios. Un análisis de los resultados indicó satisfacción general con *GovAtom*, con recomendaciones para mejorar la presentación oportuna de los documentos, ampliar su alcance y facilitar su localización. Como resultado de ello, se ha añadido a *GovAtom* un subconjunto de las actas oficiales de la Junta de Gobernadores (GOV/OR).

## SERVICIOS INFORMÁTICOS

El tiempo y los esfuerzos considerables que dedicó el Organismo en 1999 a atender al problema Y2K permitieron a los servicios informáticos centrales transitar sin ningún tropiezo al año 2000. En particular, las mejo-

***“El tiempo y los esfuerzos considerables que dedicó el Organismo en 1999 a atender al problema Y2K permitieron a los servicios informáticos centrales transitar sin ningún tropiezo al año 2000.”***

ras especiales introducidas en los programas y equipos informáticos permitieron al Sistema de Información y Control Financieros (que no se ajustaba a los requisitos relativos al Y2K) funcionar en 2000 conforme a las exigencias.

El actual sistema cortafuegos del Organismo fue sustituido por un programa informático

mejorado tolerante a los fallos. El nuevo concepto de seguridad también comprende la detección de intrusiones y subsistemas para el acceso a distancia codificado a los recursos informáticos del Organismo por conducto de la red privada virtual (VPN).

Se seleccionó un nuevo proveedor de servicios para la línea de Internet del Organismo, lo que ha permitido aumentar la capacidad sin costos adicionales. Con esta conexión se pueden ahora apoyar servicios complementarios, como las videoconferencias y la VPN, y su utilización al 50% ofrece amplias posibilidades de ampliación en el próximo bienio.

Durante el año el Organismo dedicó ingentes esfuerzos al cumplimiento de las recomendaciones del Grupo de Ejecución del Grupo de Tareas sobre Tecnología de la Información. En función de un plan de acción, cuyo principal objetivo es racionalizar los servicios informáticos centrales en el Organismo, se racionalizaron funciones de capacitación, administración y periféricas como adquisición, facturación y control de inventarios. También se definieron para los próximos dos años las economías adicionales que se alcanzarían con una nueva racionalización de los servicios.

## SERVICIOS DE BIBLIOTECA

Una prioridad constante del Organismo es aumentar el acceso de los usuarios a la información en formato eléctrico por medio de Internet, Intranet y CD-ROM. A este respecto, *VICLNET*, el sitio de la Web de la Biblioteca del CIV, ofreció a los usuarios acceso en línea a 244 publicaciones electrónicas suscritas, 208 publicaciones de Internet gratuitas y cinco servicios de información electrónica comercial. Asimismo, una red en CD-ROM funcionó como parte integrante de *VICLNET*, dando acceso a 31 libros de referencia, manuales, directorios, diccionarios, enciclopedias y bases de datos de las oficinas del personal del CIV.

Para aprovechar al máximo los servicios y recursos de información electrónicos de la Biblioteca, el Organismo estableció un programa de capacitación para el personal de

las organizaciones radicadas en el CIV. En 2000, 258 funcionarios asistieron a 50 cursos de capacitación que ofreció la Biblioteca.

Además de los servicios que proporciona tradicionalmente, como responder las preguntas de los usuarios, realizar búsquedas de bases de

***“La nueva política de publicación ... aporta un amplio conjunto de directrices que promueve un enfoque integrado respecto del programa de publicación ... del Organismo.”***

datos externas y dar materiales en préstamo, la Biblioteca amplió sus servicios a los Estados Miembros en varias esferas. Merece mención en particular un servicio de entrega de documentos para las misiones permanentes en Viena y para el personal de las organizaciones radicadas en el CIV.

El Organismo aplicó todas las medidas necesarias relacionadas con el retiro de la ONUDI de los servicios comunes de la Biblioteca del CIV, de conformidad con un plan elaborado por el Grupo de Trabajo Conjunto OIEA-ONUDI. Ello incluyó la reorganización de los recursos de información, humanos y financieros de la Biblioteca.

## SERVICIOS DE CONFERENCIA, IMPRESIÓN, PUBLICACIÓN Y TRADUCCIÓN

La rápida evolución y difusión de las publicaciones electrónicas y la necesidad de prestar servicios más eficientes y eficaces en función de los costos a los Estados Miembros llevó a la adopción de nuevas políticas con respecto a la contratación externa de servicios de traducción, publicación e impresión y a las actividades de publicación en el Organismo. La nueva política de publicación, en particular, aporta un amplio conjunto de directrices que promueve un enfoque integrado respecto del programa de publicación electrónica e impresa del Organismo, estableciendo una norma

uniforme de calidad, mejorando el servicio a los clientes, aumentando la eficiencia global y reduciendo la duplicación de esfuerzos en todo el Organismo. En este sentido, se estableció un nuevo sitio de la Web de Intranet para mejorar el acceso de los usuarios a los servicios de conferencia, traducción, impresión y publicación del Organismo.

Además de efectuar economías en la dotación de personal, mediante el uso de un proceso de trabajo racionalizado, el Organismo implantó importantes mejoras tecnológicas en 2000, particularmente el uso de un programa informático de traducción con ayuda de computadora, destinado a mejorar la compatibilidad y eficiencia, para la preparación de las traducciones del inglés. Este programa informático también se está implantando para las traducciones a los otros idiomas oficiales del Organismo.

Los adelantos tecnológicos han permitido transmitir electrónicamente las impresiones en colores y en blanco y negro a los usuarios que lo soliciten; ya no se requiere una copia original impresa para imprimir una publicación. A los efectos de aprovechar al máximo este proceso mejorado, el Organismo adquirió nuevos equipos que mejorarán la calidad de impresión en colores y acortarán los tiempos de producción. Además, se adquirieron pantallas y equipo de impresión de gran formato para la producción de materiales normalizados con vistas a utilizarlos en seminarios y conferencias del Organismo. El número total de páginas impresas en 2000 ascendió a 66 788 206, de 75 016 012 en 1999.

Se preparó un informe que simplificó la definición de los tipos de reuniones del Organismo, y se propusieron medidas para racionalizar y reducir el número de reuniones y mejorar su planificación y organización. Las actividades específicas destinadas a apoyar estos objetivos se centraron en la creación de un "sistema de reuniones" centralizado a nivel del Organismo, en la modernización de las instalaciones y en el fomento del uso de las videoconferencias.

Entre las actividades de publicación se cuentan la producción de 163 libros, informes,

números de publicaciones periódicas, CD-ROM y folletos en inglés. Asimismo, salieron a la luz una publicación en chino y una en español.

## **SISTEMA INTERNACIONAL DE DOCUMENTACIÓN NUCLEAR**

El objetivo del Sistema Internacional de Documentación Nuclear (INIS) es acopiar y distribuir información bibliográfica sobre literatura nuclear publicada en los Estados Miembros, así como los textos completos de literatura no convencional (LNC): informes, disertaciones, etc., que no se pueden obtener fácilmente por los conductos oficiales. Actualmente el número de miembros participantes se eleva a 122, e incluye 103 países y 19 organizaciones internacionales. Durante el año se añadió un total de 65 714 registros bibliográficos.

El Organismo firmó acuerdos con Institute of Physics Publishing, Nuclear Technology Publishing y la Sociedad Británica de Energía Nuclear para la adquisición de sus registros bibliográficos en formato electrónico. Estos registros se perfeccionarán para ajustarlos a las normas del INIS y se añadirán a la colección de artículos de revistas científicas básicas. A este respecto, el Organismo concertó un acuerdo con 39 miembros del INIS para dar entrada a estos registros.

Al final de 2000 había 1 157 inscripciones pagadas y gratuitas, de un total de 3 292 usuarios, además de las inscripciones de proveedores de Internet, que abarcan 46 302 usuarios. La base de datos del INIS en CD-ROM tenía 448 suscripciones pagadas y gratuitas.

El Organismo continuó su arreglo cooperativo con el banco de datos de la AEN/OCDE. En 2000 se distribuyeron 366 programas de computadora (de 3 594) a usuarios de los Estados Miembros que no son miembros de la OCDE; ocho programas de computadora (de 149) fueron aportados por Estados Miembros que no son países miembros de la OCDE.

Un acontecimiento muy destacado fue el establecimiento por el Organismo del programa de enseñanza a distancia del INIS en Internet.

Destinado al personal de los centros nacionales del INIS, el programa contiene dos cursos e incluye instrucciones sobre todos los aspectos de la preparación de datos de entrada.

El Organismo transfiere LCN a CD-ROM y microficha para los usuarios de los Estados Miembros. En 2000, el centro de intercambio del INIS procesó en imágenes 2 683 documentos, de un total de 239 038 páginas exploradas. También los Estados Miembros enviaron exploraciones de otros 2 400 documentos, de un total de 112 781 páginas. En 2000 se añadió un total de 5 083 documentos a la colección de LNC. Ello representa 29 CD-ROM, de un total de 160 CD-ROM desde que comenzó el proceso en imágenes (más de 2 millones de páginas). Todos los CD-ROM de LNC se duplican en el Organismo, lo que le reporta importantes ahorros.

En una decisión clave adoptada en la 28ª Reunión consultiva anual de oficiales de enlace del INIS, celebrada en junio en Karlsruhe

(Alemania), los participantes acordaron una nueva definición de los arreglos de participación en el INIS, y un programa piloto para determinar el nivel mínimo de registros de entrada para cada miembro. Otro hecho

***“Un acontecimiento muy destacado fue el establecimiento por el Organismo del programa de enseñanza a distancia del INIS en Internet.”***

importante fue la sexta reunión del Comité Técnico Mixto INIS/ETDE (intercambio de datos sobre tecnología energética) celebrada en noviembre de 2000. Dos resultados importantes de esta reunión fueron: la terminación del Tesauro conjunto INIS/ETDE, previsto para su publicación en 2001; y la definición de un formato de registro mínimo para asegurar la compatibilidad entre el INIS, el formato “Dublin Core” de los Estados Unidos y los formatos electrónicos de diversas editoriales cuyos registros está adquiriendo el INIS para complementar las entradas actuales.

# GESTIÓN DE LA COOPERACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

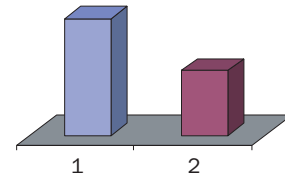
## OBJETIVO DEL PROGRAMA

Proporcionar apoyo administrativo para diseñar, ejecutar y evaluar los programas de cooperación técnica de manera eficaz y eficiente.

## PANORAMA GENERAL

En la gestión de la cooperación técnica el Organismo se guía por su Estrategia de cooperación técnica, que está destinada a contribuir al desarrollo socioeconómico sostenible de los Estados Miembros elevando las normas de calidad del diseño de los proyectos, centrando los programas por países en las necesidades de desarrollo prioritarias y promoviendo la utilización de técnicas nucleares e isotópicas claramente favorables desde el punto de vista de la relación costos-beneficios. Un logro importante durante el año fue la finalización y aprobación del programa de cooperación técnica para el próximo bienio. Entre otros logros figuraron: la mayor divulgación de la información mediante la creación de *TC Web* como parte del *WorldAtom*, el sitio Web del Organismo, y el suministro de información detallada en línea sobre los proyectos a los usuarios registrados de *TC-PRIDE* de los Estados Miembros; y la evaluación de los proyectos de cooperación técnica en la esfera de la gestión de desechos radiactivos del decenio pasado.

Gastos con cargo al  
Presupuesto Ordinario: \$ 11 070 820  
Gasto del Programa extrapresupuestario  
(no incluidos en el gráfico): \$ 364 905



1. Programa de cooperación técnica: \$ 7 133 877
2. Planificación, coordinación y evaluación: \$ 3 936 943

## PROGRAMA DE COOPERACIÓN TÉCNICA

Se finalizó el programa de cooperación técnica para el bienio 2001—2002. De acuerdo con lo estipulado en la Estrategia de cooperación técnica, la atención se centró en la determinación y formulación de proyectos que promovieran el impacto socioeconómico mediante la contribución al logro de las prioridades principales de desarrollo sostenible de cada país utilizando aplicaciones nucleares. Este objetivo se consiguió mediante un intenso diálogo con los Estados Miembros, una mayor cooperación con los organismos de las Naciones Unidas y otras organizaciones internacionales y la adopción de medidas destinadas a aumentar el impacto potencial mediante sinergias mejoradas con las actividades del Organismo financiadas con cargo al Presupuesto Ordinario. Las propuestas recibidas fueron objeto de una evaluación rigurosa y las prioridades del programa fueron establecidas en función de un criterio básico centrado en los proyectos que requerían las competencias básicas del Organismo o que guardaban relación con esferas temáticas de

países donde existían programas nacionales que contaban con un sólido apoyo financiero. Además, se establecieron indicadores de ejecución para todos los proyectos modelo, lo que permitirá vigilar más eficazmente los progresos en la consecución de los objetivos de los proyectos.

El programa de cooperación técnica aprobado para 2001—2002 refleja las prioridades actuales de los Estados Miembros. Como se indica en la figura 1, la mayor esfera del programa, vale decir casi el 21%, se destina a proyectos relacionados con la seguridad: seguridad radiológica, seguridad nuclear y seguridad de los desechos radiactivos. La segunda esfera más importante del programa es la relacionada con la sanidad humana (19%) y la tercera más importante es la agricultura y alimentación (15%). En el marco de estas esferas, el hecho de que la atención se haya centrado en los proyectos de desarrollo y no en los proyectos de creación de instituciones nucleares, que en años anteriores representaban una parte importante del programa de cooperación técnica, demuestra el creciente reconocimiento de los Estados

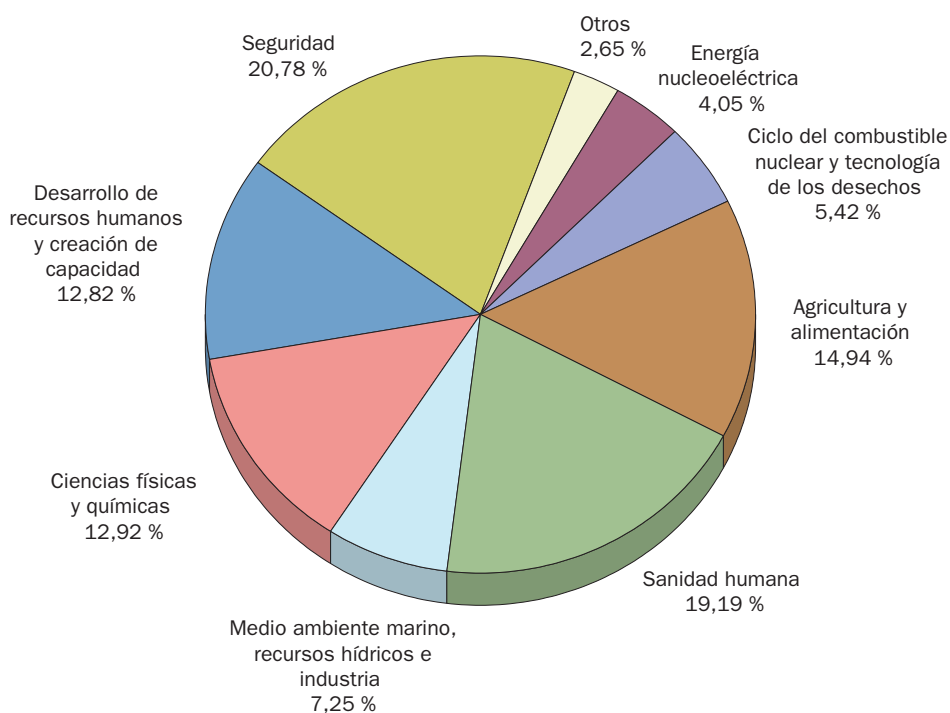


Figura 1. Distribución del programa de cooperación técnica para 2001-2002 por esferas de actividad del Organismo

Miembros de la posibilidad de aplicar las técnicas nucleares para la solución de los problemas nacionales de desarrollo.

Durante el año se llevó a cabo el proceso de programación intensificado sin sacrificar la calidad de la ejecución del programa de cooperación técnica para 2000. No sólo fue más elevada la ejecución — las nuevas obligaciones netas aumentaron a 66 millones de dólares —

***“Durante el año el Organismo intensificó su cooperación con otras organizaciones internacionales y regionales en esferas de interés común a fin de aprovechar las valiosas sinergias creadas ...”***

sino que también mejoró la calidad. Sin embargo, los esfuerzos realizados en los últimos años para mejorar la calidad del programa mediante la intensificación de las actividades iniciales, el creciente número de países receptores y el mayor alcance y complejidad del programa han contribuido a aumentar de manera significativa la carga de trabajo para el Organismo en esta esfera. Reconociendo este problema y como medida provisional, en su reunión de diciembre de 2000 la Junta de Gobernadores aprobó que se utilizarán hasta 1 millón de dólares del Fondo de Cooperación Técnica (FCT) para financiar los recursos humanos adicionales necesarios para la gestión del programa. Asimismo, pidió al Director General que examinara las diversas opciones para una solución a mediano y más largo plazo del problema en consulta con los Estados Miembros.

El empleo de las aplicaciones de hidrología isotópica en la evaluación y gestión de los recursos hídricos en Etiopía representa un buen ejemplo de la cooperación eficaz entre el Organismo y las autoridades gubernamentales centrales. El programa comenzó con unas pocas actividades relacionadas con la realización de estudios geotérmicos y la evaluación de aguas subterráneas localizadas. Los resultados positivos obtenidos llevaron a

nuevos proyectos en esta esfera, que fueron abarcando un mayor número de aspectos y que permitieron al Gobierno de Etiopía reconocer la importancia de adoptar un enfoque amplio de la gestión de recursos hídricos, incluido el empleo de la hidrología isotópica como instrumento estándar. Estas actividades culminaron, en octubre de 2000, con un taller nacional, apoyado por el Organismo, al que asistieron todas las partes interesadas con el fin de examinar la estrategia futura del país en relación con el aprovechamiento de los recursos hídricos. Se decidió crear un plan maestro nacional de 12 años para el programa de evaluación de recursos hídricos subterráneos de Etiopía. Ésta es la primera vez que el Gobierno de un país receptor ha cooperado con el Organismo en la elaboración de un plan maestro nacional concreto de este tipo. Se espera que las actividades iniciales en esta esfera que se realicen en otros países, tales como China y Namibia, conducirán en el futuro a resultados positivos similares.

Durante el año el Organismo intensificó su cooperación con otras organizaciones internacionales y regionales en esferas de interés común a fin de aprovechar las valiosas sinergias creadas, como por ejemplo, el fortalecimiento de las relaciones con la Organización para la Unidad Africana, con la que el Organismo tiene ahora un acuerdo oficial para realizar actividades conjuntas encaminadas a luchar contra la mosca tsetsé mediante el empleo de la técnica de los insectos estériles.

Otro ejemplo de cooperación con organizaciones internacionales fue el apoyo del Organismo a las iniciativas encaminadas a “detener la tuberculosis” (“Stop TB”) y “hacer retroceder el paludismo” (“Roll Back Malaria”) de la OMS. En colaboración con los programas nacionales para la lucha contra las enfermedades de 11 países africanos y la OMS, el Organismo ha emprendido un proyecto de tres años para validar nuevos instrumentos de diagnóstico de cepas de la malaria y la tuberculosis resistentes a los medicamentos, y ayudar a su integración en los programas nacionales. Las técnicas moleculares que utilizan trazadores de radionucleidos desarrollados en el marco de los proyectos del Organismo durante los últimos cuatro años

han reducido a menos de una semana el tiempo necesario para la determinación de las cepas resistentes a los medicamentos, que con los procedimientos convencionales era de cuatro a seis semanas. Las técnicas nucleares también han resultado ser más sensibles y fiables que los métodos convencionales y tienen aplicaciones importantes, tanto para los responsables de adoptar decisiones sobre los medicamentos que deberán utilizarse, como a nivel clínico, para mejorar la eficacia del tratamiento.

Otra esfera en la que el Organismo ha estrechado sus relaciones con otras organizaciones internacionales es la del medio ambiente. Por ejemplo, el Organismo participó en la primera Conferencia bienal sobre las aguas internacionales del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), celebrada en Budapest en octubre de 2000. Establecido en respuesta a lo recomendado en la Conferencia Mundial sobre el Medio Ambiente, celebrada en Río de Janeiro en 1992, el FMAM es el mayor mecanismo de financiamiento basado en donaciones que se ocupa de los problemas ambientales mundiales de alta prioridad. En la conferencia de Budapest se reunieron organizaciones que intervienen en la ejecución de los proyectos sobre aguas internacionales del FMAM, que tienen un valor en cartera de 400 millones de dólares (tales como la FAO, la OUA, el PNUD, el PNUMA y el Banco Mundial), así como Estados Miembros. Uno de los temas examinados en la reunión fue la posibilidad de vincular los proyectos de cooperación técnica pertinentes del Organismo con programas concretos sobre aguas internacionales, así como la necesidad de demostrar el papel potencial del Organismo en la solución de los problemas mundiales sobre aguas. Este tipo de asociaciones tienen la ventaja de que permiten un aumento potencial del impacto de los proyectos, un mayor reconocimiento de las capacidades de las contrapartes nacionales, una mejor integración de las técnicas nucleares con las técnicas convencionales, conduciendo así a una mayor sostenibilidad de los resultados conseguidos.

Además de ocuparse de los adelantos en las esferas en que las técnicas nucleares han demostrado su eficacia, el Organismo ha abor-

dado nuevas esferas, apoyando el desarrollo de nuevas aplicaciones de las tecnologías nucleares e isotópicas. Un caso ilustrativo fue la labor preparatoria realizada en Europa para la remoción de minas con fines humanitarios. Se celebró una reunión de Grupo Asesor para examinar los posibles métodos nucleares y seleccionar los más prometedores para su ensayo sobre el terreno. Esto condujo a un proyecto regional en Europa que permitirá adaptar un instrumento existente para la identificación de minas terrestres y demostrar su idoneidad en condiciones de campo. Si los ensayos tienen éxito, la técnica podrá aplicarse también en otros lugares.

Como se mencionó anteriormente, el establecimiento de asociaciones internacionales, tales como la establecida con la OMS en apoyo de su campaña destinada a “hacer retroceder el paludismo”, tiene la ventaja de que permite aumentar al máximo el impacto de los proyectos de asistencia técnica. Un proyecto regional plurianual iniciado en África en 2000 apoya una iniciativa mundial de investigación y desarrollo encaminada a investigar la viabilidad de aplicar la técnica de los insectos estériles (TIE) en la lucha contra el mosquito anopheles, transmisor de la malaria, en zonas seleccionadas como objetivos del África subsahariana. Los logros obtenidos en el marco de los programas de aplicación de la TIE en zonas amplias para la lucha contra el gusano barrenador, las moscas tsetsé y de la fruta proporcionaron la base para iniciar investigaciones sobre su utilización en la lucha contra el mosquito. Esta iniciativa del Organismo responde asimismo a la petición de apoyo expresada por los Gobiernos africanos en la “Cumbre de Abuja”, celebrada en Nigeria en abril de 2000, en la que 48 Jefes de Estado y de Gobierno aprobaron la “Declaración de Abuja” para detener la propagación de la malaria en África.

En un taller regional de oficiales de enlace nacionales de América Latina y el Caribe, celebrado en Lima, en noviembre de 2000, se examinaron los aspectos normativos y operacionales de la contratación externa de proyectos de cooperación técnica. Se pondrán en práctica cinco acuerdos bilaterales de contratación externa a escala experimental para



fortalecer la cooperación técnica entre países en desarrollo de la región.

En un seminario regional para la región de Asia oriental y el Pacífico, celebrado en agosto en Kuala Lumpur, los participantes analizaron las estrategias y los enfoques encaminados al logro de la autosuficiencia y sostenibilidad por parte de las instituciones

**“Durante el año anterior, el Organismo realizó importantes esfuerzos encaminados a aumentar el conocimiento por el público de sus actividades de cooperación técnica ...”**

nacionales. La principal conclusión de este seminario, que las autoridades de Malasia planificaron, desarrollaron y celebraron en nombre del Organismo, en el marco de un acuerdo de contratación externa, fue que era fundamental comercializar las tecnologías nucleares para que las instituciones nucleares sobrevivieran, especialmente en los Estados que no utilizan la energía nucleoelectrica. Es necesario realizar tales esfuerzos para conservar y aumentar aún más los conocimientos especializados en la esfera nuclear para la generación siguiente.

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

Durante el año anterior, el Organismo realizó importantes esfuerzos encaminados a aumentar el conocimiento por el público de sus actividades de cooperación técnica y mejorar el intercambio de información sobre sus proyectos con los Estados Miembros. La información destinada al público en general figura en una nueva sección detallada sobre el programa de cooperación técnica, *TC Web* ([www-tc.iaea.org](http://www-tc.iaea.org)), del sitio Web del Organismo *WorldAtom* ([www.iaea.org/worldatom](http://www.iaea.org/worldatom)). Las autoridades gubernamentales y los funcionarios autorizados pueden obtener información del sistema *TC-PRIDE* (Ambiente

de difusión de información sobre proyectos de cooperación técnica) basado en la Web. Este sistema proporciona acceso en línea a información detallada sobre los proyectos y se puso a disposición de los usuarios registrados de los Estados Miembros del Organismo durante la cuadragésima cuarta reunión de la Conferencia General.

El panorama de los recursos financieros para la cooperación técnica fue más previsible en 2000 que en 1998 o 1999. Un Estado Miembro, a saber, la Federación de Rusia, volvió a formar parte del grupo de los donantes al efectuar un pago de varios millones de dólares a fines de 2000. Entre los nuevos países en desarrollo contribuyentes que no habían efectuado promesas en 1999, pero que sí lo hicieron en 2000, figuraron Arabia Saudita, Côte d'Ivoire, Ghana, Indonesia, Kuwait, La ex República Yugoslava de Macedonia, Letonia, Madagascar, y Yemen.

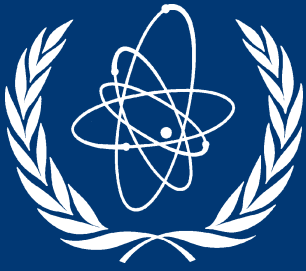
Durante la primera parte del año el Organismo refinó más el régimen de “grado de pago” y estableció criterios precisos para evaluar el historial de pagos tanto de los Estados Miembros en desarrollo como de los desarrollados. El objetivo de aplicar el grado de pago es aumentar el nivel de las contribuciones al FCT y mejorar el grado de pago de las contribuciones a los gastos del programa, proporcionando incentivos para que los Estados Miembros paguen. El grado de pago se aplicó para elevar de categoría a los “proyectos marcados con la nota *a*” (es decir, los proyectos que han sido aprobados, pero que se encuentran en espera de financiación) con cargo a los recursos del FCT, y durante el proceso de programación.

Como preparación para el nuevo ciclo, la Junta de Gobernadores celebró intensas consultas y negociaciones para llegar a un acuerdo sobre la cifra objetivo del FCT para 2001-2002. En virtud de la transacción lograda, que fue aprobada por la Conferencia General, la cifra objetivo se mantuvo en 73 000 000 de dólares para ambos años. Además, se introdujo un nuevo principio de “tasa de consecución”, que mide los pagos de los Estados Miembros con respecto a la cifra objetivo para el año en cuestión. La tasa de

consecución mínima prevista para 2001 es del 80% y, para 2002, del 85%. Con este nuevo principio se espera que los recursos netos del FCT aumenten durante el actual ciclo para 2001-2002, ya que se alentará a los países que no pagan la totalidad de la parte que les corresponde a pagar al menos la cantidad correspondiente a la tasa de consecución.

La evaluación es una parte esencial del ciclo del programa, ya que permite al Organismo extraer enseñanzas de la experiencia obtenida en la ejecución de proyectos y aplicar estas enseñanzas a proyectos futuros. En 2000 se examinaron proyectos de cooperación técnica y actividades conexas de los programas ordinarios de 1990 a 1999 relativas a la gestión de desechos radiactivos. La evaluación llegó a la conclusión de que la consecución de los objetivos de estas actividades no era uniforme

de un país a otro. Se consideró que los proyectos en esta esfera eran sumamente pertinentes, su eficacia era más que adecuada y su eficiencia era aceptable desde el punto de vista de la calidad, aunque no lo era tanto desde el punto de vista de la oportunidad y suficiencia de las aportaciones. Sin embargo, se señaló que era necesario un mayor compromiso gubernamental para asegurar el impacto y la sostenibilidad de los resultados. En una segunda evaluación, más estrechamente centrada, se examinaron los proyectos modelo relativos a la erradicación de la mosca mediterránea de la fruta mediante la utilización de la TIE en tres países latinoamericanos. La evaluación halló que el impacto económico de los proyectos, gracias a la ampliación de la producción de frutas y de los mercados de exportación, es grande, creciente y altamente sostenible.



# Anexo

CUADRO A1. **ASIGNACION Y UTILIZACION DE LOS RECURSOS DEL PRESUPUESTO ORDINARIO EN 2000**

Programa	Presupuesto de 2000 GC(43)/6 (a 12,70 Chel.A.) (1)	Presupuesto ajustado de 2000 (a 14,8635 Chel.A.) (2)	Gastos totales en 2000		Presupuesto (no utilizado) (rebasado) (2) - (3) (5)
			Cantidad (3)	% del Presupuesto revisado (3) / (2) (4)	
Energía nucleoelectrónica	4 399 000	3 913 000	3 903 485	99,76%	9 515
Ciclo del combustible nuclear y tecnología de los desechos	5 310 000	4 745 000	4 686 198	98,76%	58 802
Evaluación comparativa de las fuentes de energía	2 805 000	2 499 000	2 492 653	99,75%	6 347
<b>Total parcial</b>	<b>12 514 000</b>	<b>11 157 000</b>	<b>11 082 336</b>	<b>99,33%</b>	<b>74 664</b>
Agricultura y alimentación	10 685 000	9 656 000	9 554 071	98,94%	101 929
Sanidad humana	6 035 000	5 474 000	5 470 525	99,94%	3 475
Medio ambiente marino, recursos hídricos e industria	6 553 000	5 836 000	5 759 160	98,68%	76 840
Ciencias físicas y químicas	8 845 000	8 097 000	8 273 873	102,18%	(176 873)
<b>Total parcial</b>	<b>32 118 000</b>	<b>29 063 000</b>	<b>29 057 629</b>	<b>99,98%</b>	<b>5 371</b>
Seguridad nuclear	5 724 000	5 041 000	5 217 968	103,51%	(176 968)
Seguridad radiológica	3 576 000	3 164 000	3 394 319	107,28%	(230 319)
Seguridad de los desechos radiactivos	2 199 000	1 939 000	1 823 867	94,06%	115 133
Coordinación de las actividades de seguridad	3 101 000	2 772 907 <sup>a</sup>	2 480 753	89,46%	292 154
<b>Total parcial</b>	<b>14 600 000</b>	<b>12 916 907</b>	<b>12 916 907</b>	<b>100,00%</b>	<b>0</b>
Salvaguardias	80 486 000	70 608 000	70 617 231	100,01%	(9 231)
Seguridad de los materiales	1 082 000	950 000	861 111	90,64%	88 889
<b>Total parcial</b>	<b>81 568 000</b>	<b>71 558 000</b>	<b>71 478 342</b>	<b>99,89%</b>	<b>79 658</b>
Gestión de la cooperación técnica para el desarrollo	12 851 000	11 234 000	11 070 820	98,55%	163 180
<b>Total parcial</b>	<b>12 851 000</b>	<b>11 234 000</b>	<b>11 070 820</b>	<b>98,55%</b>	<b>163 180</b>
<b>Gestión, Coordinación y apoyo</b>					
Dirección ejecutiva	5 137 000	4 492 000	4 357 622	97,01%	134 378
Órganos Rectores	6 461 000	5 681 000	5 594 290	98,47%	86 710
Actividades jurídicas, relaciones exteriores e información pública	6 888 000	6 047 093 <sup>a</sup>	5 486 896	90,74%	560 197
Administración	12 808 000	11 203 000	10 735 438	95,83%	467 562
Servicios Generales	22 770 000	19 621 000	18 260 762	93,07%	1 360 238
Gestión de la información y servicios de apoyo	14 003 000	12 262 000	12 292 544	100,25%	(30 544)
<b>Total parcial</b>	<b>68 067 000</b>	<b>59 306 093</b>	<b>56 727 552</b>	<b>95,65%</b>	<b>2 578 541</b>
<b>TOTAL — Programas del Organismo</b>	<b>221 718 000</b>	<b>195 235 000</b>	<b>192 333 586</b>	<b>98,51%</b>	<b>2 901 414</b>
Más: Trabajos para otras organizaciones reembolsables	4 609 000	4 028 000	4 091 275	101,57%	(63 275)
<b>Total Presupuesto Ordinario</b>	<b>226 327 000</b>	<b>199 263 000</b>	<b>196 424 861</b>	<b>98,58%</b>	<b>2 838 139</b>

a/ Sobre la base del documento de la Junta de Gobernadores (GOV/1999/15), se transfirieron 45 907 dólares del programa Q "Actividades jurídicas, relaciones exteriores e información pública" al subprograma K.2 "Convenciones sobre seguridad" para sufragar los gastos de la ayuda de emergencia prestada al Perú, Tailandia y el Japón (Tokaimura).

CUADRO A2. FONDOS EXTRAPRESUPUESTARIOS EN 2000 — RECURSOS Y GASTOS

Programa	Cifras del presupuesto extrapresupuestario en 2000 GC(43)/6 (1)	Recursos disponibles <sup>1</sup> en 2000 (2)	Gastos durante 2000 (3)	Saldo no utilizado en 31 de diciembre de 2000 (2) - (3) (4)
Energía nucleoelectrica	360 000	327 019	90 194	236 825
Ciclo del combustible nuclear y tecnología de los desechos	350 000	1 201 244	673 718	527 526
Evaluación comparativa de las fuentes de energía	0	321 989	204 455	117 534
<b>Total parcial</b>	<b>710 000</b>	<b>1 850 252</b>	<b>968 367</b>	<b>881 885</b>
Agricultura y alimentación	3 994 000 <sup>2</sup>	3 374 896	2 929 469	445 427
Sanidad humana	40 000	398 812	106 655	292 157
Medio ambiente marino, recursos hídricos e industria	782 000	1 732 553	691 379	1 041 174
Ciencias físicas y químicas	0	98 900	13 485	85 415
<b>Total parcial</b>	<b>4 816 000</b>	<b>5 605 161</b>	<b>3 740 988</b>	<b>1 864 173</b>
Seguridad nuclear	2 030 000	5 152 280	1 811 632	3 340 648
Seguridad radiológica	185 000	524 142	284 662	239 480
Seguridad de los desechos radiactivos	0	408 383	253 480	154 903
Coordinación de las actividades de seguridad	128 000	190 440	116 774	73 666
<b>Total parcial</b>	<b>2 343 000</b>	<b>6 275 245</b>	<b>2 466 548</b>	<b>3 808 697</b>
Salvaguardias	3 674 000	19 205 235	10 311 459	8 893 776
Seguridad de los materiales	893 000	1 597 507	847 885	749 622
Verificación en el Iraq conforme a las resoluciones del CS de las Naciones Unidas	3 000 000	2 139 077	1 639 859	499 218
<b>Total parcial</b>	<b>7 567 000</b>	<b>22 941 819</b>	<b>12 799 203</b>	<b>10 142 616</b>
Gestión de la cooperación técnica para el desarrollo	200 000	654 052	364 905	289 147
<b>Total parcial</b>	<b>200 000</b>	<b>654 052</b>	<b>364 905</b>	<b>289 147</b>
<b>Gestión, Coordinación y apoyo</b>				
Servicios para los Órganos Rectores	0	8 554	3 110	5 444
Actividades jurídicas, relaciones exteriores e información pública	620 000	1 392 445	562 024	830 421
Administración	0	4 711	2 007	2 704
<b>Total parcial</b>	<b>620 000</b>	<b>1 405 710</b>	<b>567 141</b>	<b>838 569</b>
Programas del Organismo	16 256 000	38 732 239	20 907 152	17 825 087

1/ La columna "Recursos disponibles" incluye las contribuciones en efectivo recibidas y los saldos no utilizados en 1 de enero de 2000, así como el efectivo adeudado por el PNUMA para actividades aprobadas.

2/ El presupuesto de la FAO incluye 893 952 dólares de gastos estimados por concepto de funcionarios del Cuadro Orgánico de la FAO que trabajan en la División Mixta. Los sueldos de estos funcionarios son pagados por la FAO y, por lo tanto, no se incluyen en las columnas 2 y 3.

CUADRO A3. **MISIONES DEL GRUPO INTERNACIONAL DE EXAMEN DE LA EVALUACIÓN PROBABILISTA DE LA SEGURIDAD (IPSART) EN 2000**

Tipo de examen	Central nuclear	País
APS actualizado nivel 1/2	Krško	Eslovenia
APS nivel 1 y 2	José Cabrera	España
APS nivel 1	Ucrania meridional	Ucrania
APS nivel 1	Ignalina	Lituania
Estudio de evaluación del alcance de los riesgos	Reactor de investigación de alto flujo	Países Bajos
Seguimiento	Tianwan WWER 1000 (China)	Federación de Rusia

CUADRO A4. **MISIONES DE GRUPOS DE EXAMEN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL (OSART) EN 2000**

Tipo	Central nuclear	Tipo	País
OSART de pleno alcance	Belleville	PWR	Francia
OSART de pleno alcance	Muehleberg	BWR	Suiza
OSART de pleno alcance	North Anna	PWR	EE. UU.
OSART de alcance reducido	Temelín	WWER	República Checa
Seguimiento de OSART	Golfech	PWR	Francia
Seguimiento de OSART	Asco	PWR	España
Seguimiento de OSART	Khmelnitsky	WWER	Ucrania

CUADRO A5. **MISIONES DE EXAMEN POR HOMÓLOGOS DEL SERVICIO PROSPER, SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA DE EXPLOTACIÓN PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL, EN 2000**

Tipo	Central nuclear/lugar	País
Misión piloto	Hartlepool	Reino Unido
Taller	Kanupp	Pakistán
Taller	Khmelnitsky	Ucrania
Taller	VATESI	Lituania
Seminario introductorio	VNIIAES	Federación de Rusia

CUADRO A6. **ACTIVIDADES DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE LA CULTURA DE LA SEGURIDAD (SCEP) EN 2000**

Tipo	Central nuclear/lugar	País
Taller	Mochovce	Eslovaquia
Taller	KFKI, Budapest	Hungría
Taller	Daya Bay	China
Visita de asistencia	Laguna Verde	México
Taller	Laguna Verde	México
Seminario	INB, Resende	Brasil
Seminario	SKI, Estocolmo	Suecia

**CUADRO A7. MISIONES DEL SERVICIO DE EXAMEN DE LA SEGURIDAD TÉCNICA (ESRS) EN 2000**

Servicio	Emplazamiento/central	País
Examen del diseño para la seguridad	Koeberg PBMR	Sudáfrica
Examen del diseño para la seguridad	Bushehr	República Islámica del Irán
Misión preparatoria de examen del diseño para la seguridad	Roopur	Bangladesh
Seguimiento del examen del diseño para la seguridad	Muria	Indonesia
Misión de examen de instrumentación y control	Tianwan	China
Examen de los aspectos reglamentarios y de seguridad del estudio de viabilidad relativo a la desalación	El-Dabaa	Egipto
Examen de los requisitos y orientaciones de seguridad y reglamentarios	Reactor coreano de la próxima generación	República de Corea
Seguimiento del examen de la seguridad sísmica	Maamora — Centre d'Études Nucléaires	Marruecos
Seguimiento del examen de la seguridad sísmica	Reactor de investigación TR-2	Turquía
Examen de la seguridad sísmica	Cernavoda	Rumania
Seguimiento del examen de la seguridad sísmica	Yerevan	Armenia
Asistencia para examen de PSAR	Bushehr	República Islámica del Irán
Examen de programa de modernización	Unidades 5 y 6 de Kozloduy	Bulgaria

**CUADRO A8. MISIONES DE EVALUACIÓN INTEGRADA DE LA SEGURIDAD DE REACTORES DE INVESTIGACIÓN (INSARR) EN 2000**

Reactor de investigación	País
Reactor de investigación HOR, Delft	Países Bajos
Reactor de investigación Maria, Varsovia	Polonia

**CUADRO A9. MISIONES DE EXAMEN DE LA SEGURIDAD EN 2000 A REACTORES DE INVESTIGACIÓN SOMETIDOS A ACUERDOS SOBRE PROYECTOS Y DE SUMINISTRO**

Reactor de investigación/emplazamiento	País
IAN-R1, Bogotá	Colombia
Trico II, Kinshasa	República Democrática del Congo
TRIGA Mark II, Bandung	Indonesia
Triga Puspati (RTP), Kuala Lumpur	Malasia
MA-R1, Rabat	Marruecos
PRR-1, Ciudad Quezón	Filipinas
TRR-1/M1, Bangkok	Tailandia
Dalat	Viet Nam

CUADRO A10. **MISIONES DE GRUPOS INTERNACIONALES DE EXAMEN DE LA SITUACIÓN REGLAMENTARIA (IRRT) EN 2000**

Tipo de misión	País
Alcance reducido	República Checa
Pleno alcance	Finlandia
Pleno alcance	Hungría
Pleno alcance	China
Reunión preparatoria	México

CUADRO A11. **EXÁMENES POR HOMÓLOGOS DE LA INFRAESTRUCTURA DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA**

País	Tipo de misión
Albania	Examen de hitos de proyecto modelo
China	Examen ACR
República Dominicana	Examen de hitos de proyecto modelo
Estonia	Examen de hitos de proyecto modelo
Ghana	Examen de hitos de proyecto modelo
Guatemala	Examen de hitos de proyecto modelo
Indonesia	Examen ACR
Irlanda	Misión sobre infraestructura de reglamentación de seguridad radiológica
Jordania	Examen de hitos de proyecto modelo
Kazajistán	Examen de hitos de proyecto modelo
República de Corea	Examen ACR
Letonia	Examen de hitos de proyecto modelo
Lituania	Examen de hitos de proyecto modelo
Malasia	Examen ACR
Mongolia	Examen de hitos de proyecto modelo
Myanmar	Examen de hitos de proyecto modelo
Namibia	Examen de hitos de proyecto modelo
Níger	Examen de hitos de proyecto modelo
Pakistán	Examen ACR
Panamá	Examen de hitos de proyecto modelo
Singapur	Examen ACR
Sri Lanka	Examen de hitos de proyecto modelo
Sudán	Examen de hitos de proyecto modelo
Yemen	Examen de hitos de proyecto modelo



CUADRO A12. **NÚMERO DE ESTADOS CON ACTIVIDADES NUCLEARES SIGNIFICATIVAS AL TÉRMINO DE LOS AÑOS 1998, 1999 Y 2000**

	Número de Estados		
	1998	1999	2000
Estados con salvaguardias aplicadas en virtud de acuerdos TNP o TNP/Tlatelolco	58 <sup>a</sup>	60	60
Estados con salvaguardias aplicadas en virtud de acuerdos Tlatelolco	1	1	1
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>b</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>c</sup></b>	<b>69</b>	<b>71</b>	<b>71</b>

<sup>a</sup> Esta cifra excluye al Iraq, donde las actividades de salvaguardias siguieron englobadas en las actividades realizadas en cumplimiento de la resolución 687 del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas.

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

CUADRO A13. **SITUACIÓN AL 31 DE DICIEMBRE DE 2000 CON RESPECTO A LA CONCERTACIÓN DE ACUERDOS DE SALVAGUARDIAS EN RELACION CON EL TNP, ENTRE EL ORGANISMO Y LOS ESTADOS NO POSEEDORES DE ARMAS NUCLEARES**

Estados no poseedores de armas nucleares Partes en el TNP por firma, ratificación, adhesión o sucesión <sup>a</sup>	Fecha de ratificación, adhesión o sucesión	Acuerdo de salvaguardias con el Organismo	INFCIRC
(1)	(2)	(3)	(4)
Afganistán	4 de febrero 1970	En vigor: 20 de febrero de 1978	257
Albania <sup>b</sup>	12 de septiembre de 1990		
Alemania <sup>m</sup>	2 de mayo de 1975	En vigor: 21 de febrero de 1977	193
Andorra	7 de junio de 1996	Aprobado: 7 de diciembre de 2000	
Angola	14 de octubre de 1996		
Antigua y Barbuda <sup>c</sup>	27 de noviembre de 1968	En vigor: 9 de septiembre de 1996	528
Arabia Saudita	3 de octubre de 1988		
Argelia	12 de enero de 1995	En vigor: 7 de enero de 1997	531
Argentina <sup>d</sup>	10 de febrero de 1995	En vigor: 18 de marzo de 1997	435/Mod.1
Armenia	15 de julio de 1993	En vigor: 5 de mayo de 1994	455
Australia	23 de enero de 1973	En vigor: 10 de julio de 1974	217
Austria <sup>e</sup>	27 de junio de 1969	Adhesión: 31 de julio de 1996	193
Azerbaiyán	22 de septiembre de 1992	En vigor: 29 de abril de 1999	580
Bahamas <sup>c</sup>	10 de julio de 1973	En vigor: 12 de septiembre de 1997	544
Bahrein	3 de noviembre de 1988		
Bangladesh	31 de agosto de 1979	En vigor: 11 de junio de 1982	301
Barbados <sup>c</sup>	21 de febrero de 1980	En vigor: 14 de agosto de 1996	527
Belarús	22 de julio de 1993	En vigor: 2 de agosto de 1995	495
Bélgica	2 de mayo de 1975	En vigor: 21 de febrero de 1977	193
Belice <sup>f</sup>	9 de agosto de 1985	En vigor: 21 de enero de 1997	532
Benin	31 de octubre de 1972		
Bhután	23 de mayo de 1985	En vigor: 24 de octubre de 1989	371
Bolivia <sup>c</sup>	26 de mayo de 1970	En vigor: 6 de febrero de 1995	465
Bosnia y Herzegovina <sup>g</sup>	15 de agosto de 1994	En vigor: 28 de diciembre de 1973	204
Botswana	28 de abril de 1969		
Brasil <sup>d</sup>	18 de septiembre de 1998	En vigor: 20 de septiembre de 1999	435/Mod.3
Brunei Darussalam	26 de marzo de 1985	En vigor: 4 de noviembre de 1987	365
Bulgaria	5 de septiembre de 1969	En vigor: 29 de febrero de 1972	178
Burkina Faso	3 de marzo de 1970		
Burundi	19 de marzo de 1971		
Cabo Verde	24 de octubre de 1979		
Camboya	2 de junio de 1972	En vigor: 17 de diciembre de 1999	586
Camerún	8 de enero de 1969	Firmado: 21 de mayo de 1992	
Canadá	8 de enero de 1969	En vigor: 21 de febrero de 1972	164
Chad	10 de marzo de 1971		
Chileh	25 de mayo de 1995	En vigor: 9 de septiembre de 1996	476/Mod.1
Chipre	10 de febrero de 1970	En vigor: 26 de enero de 1973	189
Colombia <sup>i</sup>	8 de abril de 1986		
Comoras	4 de octubre de 1995		
Congo	23 de octubre de 1978		
Costa Rica <sup>c</sup>	3 de marzo de 1970	En vigor: 22 de noviembre de 1979	278
Côte d'Ivoire	6 de marzo de 1973	En vigor: 8 de septiembre de 1983	309
Croacia	29 de junio de 1992	En vigor: 19 de enero de 1995	463
Dinamarca <sup>k</sup>	3 de enero de 1969	En vigor: 21 de febrero de 1977	193
Djibouti	16 de octubre de 1996		
Dominica <sup>f</sup>	10 de agosto de 1984	En vigor: 3 de mayo de 1996	513
Ecuador <sup>c</sup>	7 de marzo de 1969	En vigor: 10 de marzo de 1975	231
Egipto	26 de febrero de 1981	En vigor: 30 de junio de 1982	302

CUADRO A13. (Cont.)

Estados no poseedores de armas nucleares Partes en el TNP por firma, ratificación, adhesión o sucesión <sup>a</sup>	Fecha de ratificación, adhesión o sucesión	Acuerdo de salvaguardias con el Organismo	INFCIRC
(1)	(2)	(3)	(4)
El Salvador <sup>c</sup>	11 de julio de 1972	En vigor: 22 de abril de 1975	232
Emiratos Árabes Unidos	26 de septiembre de 1995		
Eritrea	16 de marzo de 1995		
Eslovaquia <sup>s</sup>	1 de enero de 1993	En vigor: 3 de marzo de 1972	173
Eslovenia	7 de abril de 1992	En vigor: 1 de agosto de 1997	538
España	5 de noviembre de 1987	Adhesión: 5 de abril de 1989	193
Estonia	7 de enero de 1992	En vigor: 24 de noviembre de 1997	547
Etiopía	5 de febrero de 1970	En vigor: 2 de diciembre de 1977	261
Fiji	14 de julio de 1972	En vigor: 22 de marzo de 1973	192
Filipinas	5 de octubre de 1972	En vigor: 16 de octubre de 1974	216
Finlandia <sup>l</sup>	5 de febrero de 1969	Adhesión: 1 de octubre de 1995	193
Gabón	19 de febrero de 1974	Firmado: 3 de diciembre de 1979	
Gambia	12 de mayo de 1975	En vigor: 8 de agosto de 1978	277
Georgia	7 de marzo de 1994	Firmado: 29 de septiembre de 1997	
Ghana	4 de mayo de 1970	En vigor: 17 de febrero de 1975	226
Granada <sup>c</sup>	19 de agosto de 1974	En vigor: 23 de julio de 1996	525
Grecia <sup>n</sup>	11 de marzo de 1970	Adhesión: 17 de diciembre de 1981	193
Guatemala <sup>c</sup>	22 de septiembre de 1970	En vigor: 1 de febrero de 1982	299
Guinea	29 de abril de 1985		
Guinea-Bissau	20 de agosto de 1976		
Guinea Ecuatorial	1 de noviembre de 1984	Aprobado: 13 de junio de 1986	
Guyana <sup>c</sup>	19 de octubre de 1993	En vigor: 23 de mayo de 1997	543
Haiti <sup>c</sup>	2 de junio de 1970	Firmado: 6 de enero de 1975	
Honduras <sup>c</sup>	16 de mayo de 1973	En vigor: 18 de abril de 1975	235
Hungría	27 de mayo de 1969	En vigor: 30 de marzo de 1972	174
Indonesia	12 de julio de 1979	En vigor: 14 de julio de 1980	283
Irán, República Islámica del	2 de febrero de 1970	En vigor: 15 de mayo de 1974	214
Iraq	29 de octubre de 1969	En vigor: 29 de febrero de 1972	172
Irlanda	1 de julio de 1968	En vigor: 21 de febrero de 1977	193
Islandia	18 de julio de 1969	En vigor: 16 de octubre de 1974	215
Islas Marshall	30 de enero de 1995		
Islas Salomón	17 de junio de 1981	En vigor: 17 de junio de 1993	420
Italia	2 de mayo de 1975	En vigor: 21 de febrero de 1977	193
Jamahiriya Árabe Libia	26 de mayo de 1975	En vigor: 8 de julio de 1980	282
Jamaica <sup>c</sup>	5 de marzo de 1970	En vigor: 6 de noviembre de 1978	265
Japón	8 de junio de 1976	En vigor: 2 de diciembre de 1977	255
Jordania	11 de febrero de 1970	En vigor: 21 de febrero de 1978	258
Kazajstán	14 de febrero de 1994	En vigor: 11 de agosto de 1995	504
Kenya	11 de junio de 1970		
Kirguistán	5 de julio de 1994	Firmado: 18 de marzo de 1998	
Kiribati	18 de abril de 1985	En vigor: 19 de diciembre de 1990	390
Kuwait	17 de noviembre de 1989	Firmado: 10 de mayo de 1999	
La ex República Yugoslava de Macedonia	30 de marzo de 1995	Firmado: 10 de octubre de 2000	
Lesotho	20 de mayo de 1970	En vigor: 12 de junio de 1973	199
Letonia	31 de enero de 1992	En vigor: 21 de diciembre de 1993	434
Líbano	15 de julio de 1970	En vigor: 5 de marzo de 1973	191
Liberia	5 de marzo de 1970		
Liechtenstein	20 de abril de 1978	En vigor: 4 de octubre de 1979	275
Lituania	23 de septiembre de 1991	En vigor: 15 de octubre de 1992	413

CUADRO A13. (Cont.)

Estados no poseedores de armas nucleares Partes en el TNP por firma, ratificación, adhesión o sucesión <sup>a</sup>	Fecha de ratificación, adhesión o sucesión	Acuerdo de salvaguardias con el Organismo	INFCIRC
(1)	(2)	(3)	(4)
Luxemburgo	2 de mayo de 1975	En vigor: 21 de febrero de 1977	193
Madagascar	8 de octubre de 1970	En vigor: 14 de junio de 1973	200
Malasia	5 de marzo de 1970	En vigor: 29 de febrero de 1972	182
Malawi	18 de febrero de 1986	En vigor: 3 de agosto de 1992	409
Maldivas	7 de abril de 1970	En vigor: 2 de octubre de 1977	253
Malí	10 de febrero de 1970		
Malta	6 de febrero de 1970	En vigor: 13 de noviembre de 1990	387
Marruecos	27 de noviembre de 1970	En vigor: 18 de febrero de 1975	228
Mauricio	8 de abril de 1969	En vigor: 31 de enero de 1973	190
Mauritania	26 de octubre de 1993		
México <sup>c</sup>	21 de enero de 1969	En vigor: 14 de septiembre de 1973	197
Micronesia, Estados Federados de	14 de abril de 1995		
Mónaco	13 de marzo de 1995	En vigor: 13 de junio de 1996	524
Mongolia	14 de mayo de 1969	En vigor: 5 de septiembre de 1972	188
Mozambique	4 de septiembre de 1990		
Myanmar	2 de diciembre de 1992	En vigor: 20 de abril de 1995	477
Namibia	2 de octubre de 1992	En vigor: 15 de abril de 1998	551
Nauru	7 de junio de 1982	En vigor: 13 de abril de 1984	317
Nepal	5 de enero de 1970	En vigor: 22 de junio de 1972	186
Nicaragua <sup>c</sup>	6 de marzo de 1973	En vigor: 29 de diciembre de 1976	246
Níger	9 de octubre de 1992		
Nigeria	27 de septiembre de 1968	En vigor: 29 de febrero de 1988	358
Noruega	5 de febrero de 1969	En vigor: 1 de marzo de 1972	177
Nueva Zelandia <sup>p</sup>	10 de septiembre de 1969	En vigor: 29 de febrero de 1972	185
Omán	23 de enero de 1997	Aprobado: 20 de septiembre de 1999	
Países Bajos <sup>o</sup>	2 de mayo de 1975	En vigor: 21 de febrero de 1977	193
Palau, República de	14 de abril de 1995		
Panamá <sup>c, q</sup>	13 de enero de 1977	Firmado: 22 de diciembre de 1988	
Papua Nueva Guinea	13 de enero de 1982	En vigor: 13 de octubre de 1983	312
Paraguay <sup>c</sup>	4 de febrero de 1970	En vigor: 20 de marzo de 1979	279
Perú <sup>c</sup>	3 de marzo de 1970	En vigor: 1 de agosto de 1979	273
Polonia	12 de junio de 1969	En vigor: 11 de octubre de 1972	179
Portugal <sup>f</sup>	15 de diciembre de 1977	Adhesión: 1 de julio de 1986	193
Qatar	3 de abril de 1989		
República Árabe Siria	24 de septiembre de 1969	En vigor: 18 de mayo de 1992	407
República Centroafricana	25 de octubre de 1970		
República Checa <sup>l</sup>	1 de enero de 1993	En vigor: 11 de septiembre de 1997	541
República de Corea	23 de abril de 1975	En vigor: 14 de noviembre de 1975	236
República Democrática del Congo	4 de agosto de 1970	En vigor: 9 de noviembre de 1972	183
República de Moldova	11 de octubre de 1994	Firmado: 14 de junio de 1996	
República Dominicana <sup>c</sup>	24 de julio de 1971	En vigor: 11 de octubre de 1973	201
República Popular Democrática de Corea	12 de diciembre de 1985	En vigor: 10 de abril de 1992	403
República Popular Democrática Lao	20 de febrero de 1970	Firmado: 22 de noviembre de 1991	
República Unida de Tanzania	31 de mayo de 1991	Firmado: 26 de agosto de 1992	
Rumania	4 de febrero de 1970	En vigor: 27 de octubre de 1972	180
Rwanda	20 de mayo de 1975		

CUADRO A13. (Cont.)

Estados no poseedores de armas nucleares Partes en el TNP por firma, ratificación, adhesión o sucesión <sup>a</sup>	Fecha de ratificación, adhesión o sucesión	Acuerdo de salvaguardias con el Organismo	INFCIRC
(1)	(2)	(3)	(4)
Saint Kitts y Nevis <sup>f</sup>	22 de marzo de 1993	En vigor: 7 de mayo de 1996	514
Samoa	17 de marzo de 1975	En vigor: 22 de enero de 1979	268
San Marino	10 de agosto de 1970	En vigor: 21 de septiembre de 1998	575
San Vicente y las Granadinas <sup>f</sup>	6 de noviembre de 1984	En vigor: 8 de enero de 1992	400
Santa Lucía <sup>f</sup>	28 de diciembre de 1979	En vigor: 2 de febrero de 1990	379
Santa Sede	25 de febrero de 1971	En vigor: 1 de agosto de 1972	187
Santo Tomé y Príncipe	20 de julio de 1983		
Senegal	17 de diciembre de 1970	En vigor: 14 de enero de 1980	276
Seychelles	12 de marzo de 1985		
Sierra Leona	26 de febrero de 1975	Firmado: 10 de noviembre de 1977	
Singapur	10 de marzo de 1976	En vigor: 18 de octubre de 1977	259
Somalia	5 de marzo de 1970		
Sri Lanka	5 de marzo de 1979	En vigor: 6 de agosto de 1984	320
Sudáfrica	10 de julio de 1991	En vigor: 16 de septiembre de 1991	394
Sudán	31 de octubre de 1973	En vigor: 7 de enero de 1977	245
Suecia <sup>t</sup>	9 de enero de 1970	Adhesión: 1 de junio de 1995	193
Suiza	9 de marzo de 1977	En vigor: 6 de septiembre de 1978	264
Suriname <sup>c</sup>	30 de junio de 1976	En vigor: 2 de febrero de 1979	269
Swazilandia	11 de diciembre de 1969	En vigor: 28 de julio de 1975	227
Tailandia	7 de diciembre de 1972	En vigor: 16 de mayo de 1974	241
Tayikistán	17 de enero de 1997		
Togo	26 de febrero de 1970	Firmado: 29 de noviembre de 1990	
Tonga	7 de julio de 1971	En vigor: 18 de noviembre de 1993	426
Trinidad y Tabago <sup>c</sup>	30 de octubre de 1986	En vigor: 4 de noviembre de 1992	414
Túnez	26 de febrero de 1970	En vigor: 13 de marzo de 1990	381
Turkmenistán	29 de septiembre de 1994		
Turquía	17 de abril de 1980	En vigor: 1 de septiembre de 1981	295
Tuvalu	19 de enero de 1979	En vigor: 15 de marzo de 1991	391
Ucrania	5 de diciembre de 1994	En vigor: 22 de enero de 1998	550
Uganda	20 de octubre de 1982		
Uruguay <sup>c</sup>	31 de agosto de 1970	En vigor: 17 de septiembre de 1976	157
Uzbekistán	7 de mayo de 1992	En vigor: 8 de octubre de 1994	508
Vanuatu	24 de agosto de 1995		
Venezuela <sup>c</sup>	25 de septiembre de 1975	En vigor: 11 de marzo de 1982	300
Viet Nam	14 de junio de 1982	En vigor: 23 de febrero de 1990	376
Yemen, República del	1 de junio de 1979	Firmado: 21 de septiembre de 2000	
Yugoslavia <sup>u</sup> , República Federativa de	4 de marzo de 1970	En vigor: 28 de diciembre de 1973	204
Zambia	15 de mayo de 1991	En vigor: 22 de septiembre de 1994	456
Zimbabwe	26 de septiembre de 1991	En vigor: 26 de junio de 1995	483

- <sup>a</sup> La información incluida en las columnas (1) y (2) ha sido facilitada al Organismo por los Gobiernos depositarios del TNP; la inscripción en la columna (1) no supone la expresión de opinión alguna por parte de la Secretaría acerca de la situación jurídica de un país o territorio o de sus autoridades, ni acerca del trazado de sus fronteras. El cuadro no contiene información sobre la participación de Taiwan (China) en el TNP.
- <sup>b</sup> El 25 de marzo de 1988 entró en vigor un acuerdo de salvaguardias amplias sui géneris con Albania (INFCIRC/359).
- <sup>c</sup> El acuerdo de salvaguardias correspondiente se refiere al TNP y al Tratado de Tlatelolco.
- <sup>d</sup> Ha tenido lugar un intercambio de cartas entre la Argentina y el Organismo confirmando que el acuerdo de salvaguardias concertado entre Argentina, Brasil, la ABACC y el Organismo para la aplicación de salvaguardias, que entró en vigor el 4 de marzo de 1994 (INFCIRC/435) satisface los requisitos de este Estado en virtud del artículo III del TNP, de concertar un acuerdo de salvaguardias con el Organismo. El intercambio de cartas entró en vigor en la fecha en que fue aprobado por la Junta de Gobernadores.
- <sup>e</sup> La aplicación de salvaguardias en Austria conforme al acuerdo de salvaguardias con arreglo al TNP (INFCIRC/156), en vigor desde el 23 de julio de 1972, se suspendió 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>f</sup> Ha tenido lugar un intercambio de cartas entre este Estado y el Organismo confirmando que el acuerdo de salvaguardias concertado con dicho Estado cumple las obligaciones del Estado, emanadas del artículo 13 del Tratado de Tlatelolco, de concertar un acuerdo de salvaguardias con el Organismo.
- <sup>g</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>h</sup> Ha tenido lugar un intercambio de cartas entre este Estado y el Organismo confirmando que el acuerdo de salvaguardias concertado con dicho Estado en conformidad con el Tratado de Tlatelolco satisface los requisitos de las obligaciones del Estado en virtud del artículo III del TNP, de concertar un acuerdo de salvaguardias con el Organismo. El intercambio de cartas entró en vigor en la fecha en que fue aprobado por la Junta de Gobernadores.
- <sup>i</sup> El 22 de diciembre de 1982 entró en vigor un acuerdo de salvaguardias amplias con Colombia concertado en relación con el Tratado de Tlatelolco (INFCIRC/306).
- <sup>j</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>k</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>l</sup> La aplicación de salvaguardias en Finlandia conforme al acuerdo de salvaguardias con arreglo al TNP (INFCIRC/155), en vigor desde el 9 de febrero de 1972, se suspendió 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>m</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>n</sup> La aplicación de salvaguardias en Grecia conforme al acuerdo de salvaguardias con arreglo al TNP (INFCIRC/166), provisionalmente en vigor desde el 1 de marzo de 1972, se suspendió 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>o</sup> Se había concertado también un acuerdo respecto de las Antillas Neerlandesas (INFCIRC/229) que entró en vigor el 5 de junio de 1975.

- <sup>p</sup> El acuerdo de salvaguardias en relación con el TNP con Nueva Zelandia (INFCIRC/185) se aplica también a las Islas Cook, Niue y Tokelau.
- <sup>q</sup> El 23 de marzo de 1984 entró en vigor un acuerdo de salvaguardias amplias concertado con Panamá en relación con el Tratado de Tlatelolco (INFCIRC/316).
- <sup>r</sup> La aplicación de salvaguardias en Portugal en virtud del acuerdo de salvaguardias con arreglo al TNP (INFCIRC/272), que estaba en vigor desde el 14 de junio de 1979, se suspendió el 1 de julio de 1986, fecha en que Portugal se adhirió al 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).
- <sup>s</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, continúa 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, que fue firmado el 27 de septiembre de 1999.
- <sup>t</sup> La aplicación de salvaguardias en Suecia conforme al acuerdo de salvaguardias con arreglo al TNP (INFCIRC/234), en vigor desde el 14 de abril de 1975, se suspendió 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>u</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.

CUADRO A14. **SITUACIÓN AL 31 DE DICIEMBRE DE 2000 CON RESPECTO A LA CONCERTACIÓN DE ACUERDOS DE SALVAGUARDIAS ENTRE EL ORGANISMO Y ESTADOS PARTES EN EL TRATADO DE TLAHELCO<sup>a</sup>**

Estados Partes en el Tratado de Tlatelolco (1)	Fecha en que pasó a ser Parte en el Tratado de Tlatelolco (2)	Acuerdo de salvaguardias con el Organismo (3)	INFCIRC (4)
Antigua y Barbuda <sup>b</sup>	11 de octubre de 1983	En vigor: 9 de septiembre de 1996	528
Argentina <sup>c</sup>	18 de enero de 1994	En vigor: 18 de marzo de 1997	435/Mod.1
Bahamas <sup>b</sup>	26 de abril de 1977	En vigor: 12 de septiembre de 1997	544
Barbados <sup>b</sup>	25 de abril de 1969	En vigor: 14 de agosto de 1996	527
Belice <sup>d</sup>	4 de noviembre de 1994	En vigor: 18 de marzo de 1997	532/Mod.1
Bolivia <sup>b</sup>	18 de febrero de 1969	En vigor: 6 de febrero de 1995	465
Brasil <sup>c</sup>	30 de mayo de 1994	En vigor: 10 de junio de 1997	435/Mod.2
Chile	18 de enero de 1994	En vigor: 5 de abril de 1995	476
Colombia	6 de septiembre de 1972	En vigor: 22 de diciembre de 1982	306
Costa Rica <sup>b</sup>	25 de agosto de 1969	En vigor: 22 de noviembre de 1979	278
Dominica <sup>d</sup>	25 de agosto de 1993	En vigor: 10 de junio de 1997	513/Mod.1
Ecuador <sup>b</sup>	11 de febrero de 1969	En vigor: 10 de marzo de 1975	231
El Salvador <sup>b</sup>	22 de abril de 1968	En vigor: 22 de abril de 1975	232
Granada <sup>b</sup>	20 de junio de 1975	En vigor: 23 de julio de 1996	525
Guatemala <sup>b</sup>	6 de febrero de 1970	En vigor: 1 de febrero de 1982	299
Guyana <sup>b</sup>	6 de mayo de 1996	En vigor: 23 de mayo de 1997	543
Haití <sup>b</sup>	23 de mayo de 1969	Firmado: 6 de enero de 1975	
Honduras <sup>b</sup>	23 de septiembre de 1968	En vigor: 18 de abril de 1975	235
Jamaica <sup>b</sup>	26 de junio de 1969	En vigor: 6 de noviembre de 1978	265
México <sup>b,e</sup>	20 de septiembre de 1967	En vigor: 14 de septiembre de 1973	197
Nicaragua <sup>b</sup>	24 de octubre de 1968	En vigor: 29 de diciembre de 1976	246
Panamá <sup>f</sup>	11 de junio de 1971	En vigor: 23 de marzo de 1984	316
Paraguay <sup>b</sup>	19 de marzo de 1969	En vigor: 20 de marzo de 1979	279
Perú <sup>b</sup>	4 de marzo de 1969	En vigor: 1 de agosto de 1979	273
República Dominicana <sup>b</sup>	14 de junio de 1968	En vigor: 11 de octubre de 1973	201
Saint Kitts y Nevis <sup>d</sup>	14 de febrero de 1997	En vigor: 18 de marzo de 1997	514/Mod.1
Santa Lucía <sup>d</sup>	2 de junio de 1995	En vigor: 12 de junio de 1996	379/Mod.1
San Vicente y las Granadinas <sup>d</sup>	11 de mayo de 1992	En vigor: 18 de marzo de 1997	400/Mod.1
Suriname <sup>b</sup>	10 de junio de 1977	En vigor: 2 de febrero de 1979	269
Trinidad y Tabago <sup>b</sup>	27 de junio de 1975	En vigor: 4 de noviembre de 1992	414
Uruguay <sup>b</sup>	20 de agosto de 1968	En vigor: 17 de septiembre de 1976	157
Venezuela <sup>b</sup>	23 de marzo de 1970	En vigor: 11 de marzo de 1982	300

Además, existen los siguientes acuerdos de salvaguardias con Estados Partes en el Protocolo Adicional I del Tratado<sup>g</sup>:

Estados Unidos de América	En vigor: 6 de abril de 1989	366
Francia	Firmado: 26 de septiembre de 2000	
Países Bajos <sup>b</sup>	En vigor: 5 de junio de 1975	229
Reino Unido	Aprobado por la Junta en septiembre de 1992	



- <sup>a</sup> La información que figura en las columnas (1) y (2) fue facilitada por México, como depositario del Tratado de Tlatelolco. Además de los Estados enumerados en la columna (1), Cuba firmó el Tratado el 25 de marzo de 1995.
- <sup>b</sup> El acuerdo de salvaguardias pertinente se refiere tanto al Tratado de Tlatelolco como al TNP.
- <sup>c</sup> Ha tenido lugar un intercambio de cartas entre este Estado y el Organismo confirmando que el acuerdo de salvaguardias concertado entre Argentina, Brasil, la ABACC y el Organismo para la aplicación de salvaguardias, que entró en vigor el 4 de marzo de 1994 (INFCIRC/435), cumple las obligaciones de dicho Estado emanadas del artículo 13 del Tratado de Tlatelolco, de concertar un acuerdo de salvaguardias con el Organismo. El intercambio de cartas entró en vigor en la fecha en que fue aprobado por la Junta de Gobernadores.
- <sup>d</sup> Ha tenido lugar un intercambio de cartas entre este Estado y el Organismo confirmando que el acuerdo de salvaguardias concertado con arreglo al TNP con dicho Estado cumple las obligaciones del Estado, emanadas del artículo 13 del Tratado de Tlatelolco, de concertar un acuerdo de salvaguardias con el Organismo. El intercambio de cartas entró en vigor en la fecha en que fue aprobado por la Junta de Gobernadores.
- <sup>e</sup> La aplicación de salvaguardias en virtud de un acuerdo con México en relación con el Tratado de Tlatelolco, que entró en vigor el 6 de septiembre de 1968 (INFCIRC/118), fue suspendida tras concertarse un acuerdo con México en relación tanto con el Tratado de Tlatelolco como con el TNP (INFCIRC/197).
- <sup>f</sup> Con Panamá se concertó un acuerdo de salvaguardias en relación tanto con el Tratado de Tlatelolco como con el TNP; el acuerdo todavía no ha entrado en vigor.
- <sup>g</sup> El Protocolo Adicional I se refiere a Estados de fuera de América Latina y el Caribe que tienen jurisdicción de jure o de facto sobre territorios situados dentro de los límites de la zona geográfica establecida en el Tratado.

CUADRO A15. **ACUERDOS QUE ESTIPULAN SALVAGUARDIAS, DISTINTOS DE LOS CONCERTADOS EN RELACIÓN CON EL TNP O EL TRATADO DE TLATELOLCO, APROBADOS POR LA JUNTA HASTA EL 31 DE DICIEMBRE DE 2000<sup>a</sup>**

Parte(s) <sup>b</sup>	Objeto	Entrada en vigor	INFCIRC
(Si bien el Organismo es Parte en cada uno de los siguientes acuerdos, sólo se indica el nombre del Estado o Estados con los que se han concertado)			
<b>i) Acuerdos sobre proyectos</b>			
Argentina <sup>c</sup>	Siemens SUR-100	13 de marzo de 1970	143
	Reactor RAEP	2 de diciembre de 1964	62
Chile <sup>d</sup>	Reactor Herald	19 de diciembre de 1969	137
Colombia <sup>d</sup>	Combustible para un reactor de investigación	17 de junio de 1994	460
Eslovenia <sup>e</sup>	Reactor TRIGA-II	4 de octubre de 1961	32
	Central Nuclear de Krško	14 de junio de 1974	213
España <sup>e</sup>	Reactor Coral-I	23 de junio de 1967	99
Filipinas <sup>e</sup>	Reactor PRR-1	28 de septiembre de 1966	88
Finlandia <sup>e</sup>	Reactor FIR-1	30 de diciembre de 1960	24
	Conjunto subcrítico FINN	30 de julio de 1963	53
Ghana <sup>e</sup>	Reactor de investigación y su combustible	14 de octubre de 1994	468
Grecia <sup>e</sup>	Reactor GRR-1	1 de marzo de 1972	163
Indonesia <sup>e</sup>	Carga adicional para el núcleo del reactor TRIGA	19 de diciembre de 1969	136
	Suministro de uranio enriquecido	15 de enero de 1993	453
	Suministro de uranio enriquecido	15 de enero de 1993	454
Irán, República Islámica del <sup>e</sup>	Reactor UTRR	10 de mayo de 1967	97
Jamaica <sup>e</sup>	Combustible para un reactor de investigación	25 de enero de 1984	315
Japón <sup>e</sup>	JRR-3	24 de marzo de 1959	3
Malasia <sup>e</sup>	Reactor TRIGA-II	22 de septiembre de 1980	287
Marruecos <sup>e</sup>	Combustible para un reactor de investigación	2 de diciembre de 1983	313
México <sup>e</sup>	Reactor TRIGA-III	18 de diciembre de 1963	52
	Siemens SUR-100	21 de diciembre de 1971	162
	Central Nuclear Laguna Verde	12 de febrero de 1974	203
Nigeria <sup>e</sup>	Reactor de investigación y su combustible	29 de agosto de 1996	526
Pakistán	Reactor PRR	5 de marzo de 1962	34
	Barras intensificadoras para el reactor KANUPP	17 de junio de 1968	116
Perú <sup>e</sup>	Reactor de investigación y su combustible	9 de mayo de 1978	266
República Árabe Siria <sup>e</sup>	Reactor miniatura fuente de neutrones y uranio enriquecido	18 de mayo de 1992	408
República Democrática del Congo <sup>e</sup>	Reactor TRICO	27 de junio de 1962	37
	Combustible para un reactor de investigación	20 de septiembre de 1990	389
Rumania <sup>e</sup>	Reactor TRIGA	30 de marzo de 1973	206
	Elementos combustibles experimentales	1 de julio de 1983	307
Tailandia <sup>e</sup>	Combustible para un reactor de investigación	30 de septiembre de 1986	342
Turquía <sup>e</sup>	Conjunto subcrítico	17 de mayo de 1974	212
Uruguay <sup>e</sup>	Reactor URR	24 de septiembre de 1965	67

CUADRO A15. (Cont.)

Parte(s) <sup>b</sup>	Objeto	Entrada en vigor	INFCIRC
Venezuela <sup>e</sup>	Reactor RV-1	7 de noviembre de 1975	238
Viet Nam <sup>e</sup>	Combustible para un reactor de investigación	1 de julio de 1983	308
<b>ii) Sumisiones unilaterales</b>			
Argelia	Reactor de investigación Nur <sup>h</sup>	9 de abril de 1990	361
	Reactor de investigación Es Salam <sup>h</sup>	2 de junio de 1992	401
Argentina	Instalaciones del reactor de potencia Atucha <sup>f</sup>	3 de octubre de 1972	168
	Materiales Nucleares <sup>f</sup>	23 de octubre de 1973	202
	Instalaciones del reactor de potencia Embalse <sup>f</sup>	6 de diciembre de 1974	224
	Equipo y material nuclear <sup>f</sup>	22 de julio de 1977	250
	Instalaciones, equipo, material y materiales nucleares <sup>f</sup>	22 de julio de 1977	251
	Central nuclear Atucha II <sup>f</sup>	15 de julio de 1981	294
	Planta de agua pesada <sup>f</sup>	14 de octubre de 1981	296
	Agua pesada <sup>f</sup>	14 de octubre de 1981	297
	Material nuclear <sup>f</sup>	8 de julio de 1982	303
Chile	Material nuclear <sup>g</sup>	31 de diciembre de 1974	256
	Material nuclear <sup>g</sup>	22 de septiembre de 1982	304
	Material nuclear <sup>g</sup>	18 de septiembre de 1987	350
Cuba	Central nuclear y material nuclear	5 de mayo de 1980	281
	Reactor nuclear de potencia nula y su combustible	7 de octubre de 1983	311
España	Material nuclear <sup>h</sup>	18 de junio de 1975	221
	Central nuclear de Vandellós <sup>h</sup>	11 de mayo de 1981	292
	Instalaciones nucleares especificadas <sup>h</sup>	11 de mayo de 1981	291**
India	Instalaciones, material y materiales nucleares	17 de noviembre de 1977	260
	Central nuclear	27 de septiembre de 1988	360
	Material nuclear	11 de octubre de 1989	374
	Todos los materiales nucleares sometidos a salvaguardias de conformidad con INFCIRC/154	1 de marzo de 1994	433*
Pakistán	Material nuclear	2 de marzo de 1977	248
	Reactor miniatura fuente de neutrones	10 de septiembre de 1991	393
	Reactor de potencia	24 de febrero de 1993	418
República Popular Democrática de Corea	Reactor de investigación y materiales nucleares para ese reactor <sup>h</sup>	20 de julio de 1977	252
Reino Unido	Material nuclear	14 de diciembre de 1972	175
Viet Nam	Reactor de investigación y su combustible <sup>h</sup>	12 de junio de 1981	293

\* Enmendado en 1994 para abarcar material nuclear suministrado para utilizarlo en la central nuclear de Tarapur (TAPS), material cuyo sometimiento a salvaguardias exige el proveedor. La enmienda entró en vigor el 12 de septiembre de 1994 (INFCIRC/433/Mod.1).

\*\* Enmendado en 1985 para abarcar instalaciones nucleares especificadas. La enmienda entró en vigor el 8 de noviembre de 1985 (INFCIRC/291/Mod.1/Corr.1).

CUADRO A15. (Cont.)

Parte(s) <sup>b</sup>	Objeto	Entrada en vigor	INFCIRC
<b>iii) Acuerdos concertados con Estados poseedores de armas nucleares sobre la base de ofrecimientos voluntarios</b>			
China	Material nuclear en instalaciones seleccionadas de una lista de las mismas facilitada por China	18 de septiembre de 1989	369
Estados Unidos de América	Materiales nucleares en instalaciones designadas por el Organismo	9 de diciembre de 1980	288
Federación de Rusia	Material nuclear en instalaciones seleccionadas de una lista de las mismas facilitada por la Federación de Rusia	10 de junio de 1985	327
Francia	Materiales nucleares en instalaciones sometidas a salvaguardias	12 de septiembre de 1981	290
Reino Unido	Materiales nucleares en instalaciones designadas por el Organismo	14 de agosto de 1978	263
<b>iv) Otros acuerdos de salvaguardias amplias</b>			
Albania	Todos los materiales e instalaciones nucleares	25 de marzo de 1988	359
Argentina/Brasil	Todos los materiales nucleares en todas las actividades nucleares	4 de marzo de 1994	435
<b>v) Otros acuerdos de salvaguardias</b>			
Argentina <sup>f</sup> /Estados Unidos de América <sup>i</sup>		25 de julio de 1969	130
Austria <sup>h</sup> /Estados Unidos de América		24 de enero de 1970	152
Brasil <sup>f</sup> /Alemania <sup>h</sup>		26 de febrero de 1976	237
Brasil <sup>f</sup> /Estados Unidos de América <sup>i</sup>		31 de octubre de 1968	110
Colombia/Estados Unidos de América		9 de diciembre de 1970	144
Corea, República de/Estados Unidos de América		5 de enero de 1968	111
Corea, República de <sup>h</sup> /Francia		22 de septiembre de 1975	233
España/Alemania <sup>h</sup>		29 de septiembre de 1982	305
España <sup>h</sup> /Estados Unidos de América <sup>i</sup>		9 de diciembre de 1966	92
España/Canadá <sup>h</sup>		10 de febrero de 1977	247
Filipinas <sup>h</sup> /Estados Unidos de América		19 de julio de 1968	120
India/Canadá <sup>h</sup>		30 de septiembre de 1971	211
Irán, República Islámica del <sup>h</sup> /Estados Unidos de América		20 de agosto de 1969	127
Israel/Estados Unidos de América		4 de abril de 1975	249
Japón <sup>h</sup> /Canadá <sup>h</sup>		20 de junio de 1966	85
Japón <sup>h</sup> /Francia		22 de septiembre de 1972	171
Pakistán/Canadá		17 de octubre de 1969	135
Pakistán/Francia		18 de marzo de 1976	239
Portugal <sup>h</sup> /Estados Unidos de América <sup>i</sup>		19 de julio de 1969	131
Sudáfrica/Estados Unidos de América		26 de julio de 1967	98
Sudáfrica/Francia		5 de enero de 1977	244
Suecia <sup>h</sup> /Estados Unidos de América		1 de marzo de 1972	165
Suiza <sup>h</sup> /Estados Unidos de América <sup>i</sup>		28 de febrero de 1972	161
Turquía <sup>h</sup> /Estados Unidos de América <sup>i</sup>		5 de junio de 1969	123
Venezuela <sup>h</sup> /Estados Unidos de América <sup>i</sup>		27 de marzo de 1968	122

**vi)** El Organismo también aplica salvaguardias en virtud de dos acuerdos (INFCIRC/133 e INFCIRC/158) a las instalaciones nucleares de Taiwan (China). Con arreglo a la decisión adoptada por la Junta de Gobernadores el 9 de diciembre de 1971 en el sentido de que el Gobierno de la República Popular de

China es el único Gobierno que tiene derecho a representar a China en el Organismo, las relaciones entre el Organismo y las autoridades de Taiwan (China) son de carácter no gubernamental. Los acuerdos son aplicados por el Organismo sobre esta base.

---

- a Los acuerdos de salvaguardias en relación con el Tratado sobre la zona libre de armas nucleares del Pacífico Sur (Tratado de Rarotonga) no se enumeran en esta recopilación porque el Tratado estipula que las salvaguardias del Organismo se aplicarán en virtud de acuerdos de salvaguardias equivalentes en alcance y efecto al acuerdo exigido en relación con el TNP, conforme a los requisitos que se reproducen en el documento INFCIRC/153. En 31 de diciembre de 1997, los 11 Estados Parte en el Tratado (Australia, Fiji, Islas Cook, Islas Salomón, Kiribati, Nauru, Niue, Nueva Zelandia, Papua Nueva Guinea, Samoa y Tuvalu) eran parte en acuerdos de salvaguardias concertados en relación con el TNP.
- b La inscripción en esta columna no supone la expresión de opinión alguna por parte de la Secretaría acerca de la situación jurídica de un país o territorio o de sus autoridades, ni acerca del trazado de sus fronteras.
- c Las salvaguardias del Organismo requeridas por este acuerdo sobre el proyecto se aplican en virtud del acuerdo de salvaguardias amplias concertado entre Argentina, Brasil, la ABACC y el Organismo (INFCIRC/435).
- d Las salvaguardias del Organismo requeridas por este acuerdo sobre el proyecto se aplican con arreglo a un acuerdo de salvaguardias concertado con el Estado indicado en relación con el Tratado de Tlatelolco.
- e Las salvaguardias del Organismo que han de aplicarse en virtud de este (estos) acuerdo(s) sobre el proyecto se aplican conforme a un acuerdo en relación con el TNP referente al Estado indicado.
- f La aplicación de salvaguardias en virtud de este acuerdo ha quedado suspendida en el Estado indicado. Se aplican salvaguardias en virtud del acuerdo de salvaguardias amplias concertado entre Argentina, Brasil, la ABACC y el Organismo (INFCIRC/435).
- g La aplicación de salvaguardias del Organismo en virtud de este acuerdo ha quedado suspendida en el Estado indicado al haber concertado el Estado un acuerdo en relación con el Tratado de Tlatelolco.
- h La aplicación de salvaguardias del Organismo en virtud de este acuerdo ha quedado suspendida en el Estado indicado al haber concertado el Estado un acuerdo en relación con el TNP.
- i La aplicación de salvaguardias del Organismo en virtud de este acuerdo ha quedado suspendida en los Estados Unidos de América para dar cumplimiento a una disposición del INFCIRC/228.

CUADRO A16. **SITUACIÓN AL 31 DE DICIEMBRE DE 2000 CON RESPECTO A LA CONCERTACIÓN DE PROTOCOLOS ADICIONALES A LOS ACUERDOS DE SALVAGUARDIAS**

País	Situación del Protocolo	INFCIRC
Alemania	Firmado: 22 de septiembre de 1998	
Andorra	Aprobado: 7 de diciembre de 2000	
Armenia	Firmado: 29 de septiembre de 1997	
Australia	En vigor: 12 de diciembre de 1997	217/Add.1
Austria	Firmado: 22 de septiembre de 1998	
Azerbaiyán	En vigor: 29 de noviembre de 2000	580/Add.1
Bangladesh	Aprobado: 25 de septiembre de 2000	
Bélgica	Firmado: 22 de septiembre de 1998	
Bulgaria	En vigor: 10 de octubre de 2000	178/Add.1
Canadá	En vigor: 8 de septiembre de 2000	164/Add.1
China	Firmado: 31 de diciembre de 1998	
Chipre	Firmado: 29 de julio de 1999	
Croacia	En vigor: 6 de julio de 2000	463/Add.1
Cuba	Firmado: 15 de octubre de 1999	
Dinamarca	Firmado: 22 de septiembre de 1998	
Ecuador	Firmado: 1 de octubre de 1999	
Eslovaquia	Firmado: 27 de septiembre de 1999	
Eslovenia	En vigor: 22 de agosto de 2000	538/Add.1
España	Firmado: 22 de septiembre de 1998	
Estados Unidos	Firmado: 12 de junio de 1998	
Estonia	Firmado: 13 de abril de 2000	
Federación de Rusia	Firmado: 22 de marzo de 2000	
Filipinas	Firmado: 30 de septiembre de 1997	
Finlandia	Firmado: 22 de septiembre de 1998	
Francia	Firmado: 22 de septiembre de 1998	
Georgia	Firmado: 29 de septiembre de 1997	
Ghana*	Firmado: 12 de junio de 1998	226/Add.1
Grecia	Firmado: 22 de septiembre de 1998	
Hungría	En vigor: 4 de abril de 2000	174/Add.1
Indonesia	En vigor: 29 de septiembre de 1999	283/Add.1
Irlanda	Firmado: 22 de septiembre de 1998	
Italia	Firmado: 22 de septiembre de 1998	
Japón	En vigor: 16 de diciembre de 1999	255/Add. 1
Jordania	En vigor: 28 de julio de 1998	258/Add.1
Letonia	Aprobado: 7 de diciembre de 2000	
Lituania	En vigor: 5 de julio de 2000	413/Add.1
Luxemburgo	Firmado: 22 de septiembre de 1998	
Mónaco	En vigor: 30 de septiembre de 1999	524/Add.1
Namibia	Firmado: 22 de marzo de 2000	
Nigeria	Aprobado: 7 de junio de 2000	
Noruega	En vigor: 16 de mayo de 2000	177/Add.1
Nueva Zelanda	En vigor: 24 de septiembre de 1998	185/Add.1
Países Bajos	Firmado: 22 de septiembre de 1998	
Perú	Firmado: 22 de marzo de 2000	
Polonia	En vigor: 5 de mayo de 2000	179/Add.1
Portugal	Firmado: 22 de septiembre de 1998	
Reino Unido	Firmado: 22 de septiembre de 1998	
República Checa	Firmado: 28 de septiembre de 1999	
República de Corea	Firmado: 21 de junio de 1999	
Rumania	En vigor: 7 de julio de 2000	180/Add.1
Santa Sede	En vigor: 24 de septiembre de 1998	187/Add.1
Suecia	Firmado: 22 de septiembre de 1998	

CUADRO A16. (Cont.)

País	Situación del Protocolo	INFCIRC
Suiza	Firmado: 16 de junio de 2000	
Turquía	Firmado: 6 de julio de 2000	
Ucrania	Firmado: 15 de agosto de 2000	
Uruguay	Firmado: 29 de septiembre de 1997	
Uzbekistán	En vigor: 21 de diciembre de 1998	508/Add.2

\* En espera de su entrada en vigor, el Protocolo se aplica provisionalmente en este Estado, con efecto a partir de la fecha de la firma.

CUADRO A17. CANTIDADES APROXIMADAS DE MATERIAL SOMETIDO A LAS SALVAGUARDIAS DEL ORGANISMO AL TÉRMINO DE 2000

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	534,4	27,9	80,5	80 360
Plutonio separado fuera de núcleos de reactores	12,5	0,1	59,7	9 031
Plutonio reciclado en elementos combustibles en núcleos de reactores	10,3	0,4	0	1 340
UME (en un 20% de <sup>235</sup> U o más)	11,0	0,1	10,7	604
UPE (menos del 20% de <sup>235</sup> U)	42 147	2 786	4 041	13 204
Material básico <sup>d</sup> (uranio natural o empobrecido y torio)	78 942	1 646	11 089	6 990
<b>Material no nuclear<sup>e</sup></b>				
Agua pesada	0	493	0	25
<b>Total de cantidades significativas</b>				<b>111 554</b>

<sup>a</sup> Comprende los acuerdos de salvaguardias concertados conforme al TNP y/o el 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 90 t (11 199 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.

**CUADRO A18. NÚMERO DE INSTALACIONES SOMETIDAS A SALVAGUARDIAS O QUE CONTENÍAN MATERIAL SALVAGUARDADO AL 31 DE DICIEMBRE DE 2000**

*En el sitio Web del Organismo, WorldAtom, se proporciona la lista completa de las instalaciones de los distintos Estados*

*Para obtener copias impresas deberá dirigirse el correspondiente pedido a la Sección de Publicaciones del Organismo*

	Cantidad de material (número de unidades)							
	Acuerdos de salvaguardias amplias <sup>a</sup>		INFCIRC/66 <sup>b</sup>		Estados PAN		Total	
Reactores de potencia	184	(221)	11	(14)	1	(1)	196	(236)
Reactores de investigación y conjuntos críticos	147	(160)	8	(8)	1	(1)	156	(168)
Plantas de conversión	12	(12)	1	(1)	0	(0)	13	(13)
Plantas de fabricación de combustible	38	(39)	4	(4)	0	(0)	42	(43)
Plantas de reprocesamiento	5	(5)	1	(1)	0	(0)	6	(6)
Plantas de enriquecimiento	9	(9)	0	(0)	2	(4)	11	(13)
Instalaciones de almacenamiento por separado	62	(63)	4	(4)	7	(8)	73	(75)
Otras instalaciones	82	(92)	1	(1)	2	(2)	85	(95)
<b>Totales parciales</b>	<b>539</b>	<b>(600)</b>	<b>30</b>	<b>(33)</b>	<b>13</b>	<b>(16)</b>	<b>582</b>	<b>(649)</b>
Otras instalaciones	316	(413)	3	(31)	0	(0)	319	(444)
Unidades no nucleares	0	(0)	1	(1)	0	(0)	1	(1)
<b>Totales</b>	<b>855</b>	<b>(1 013)</b>	<b>34</b>	<b>(65)</b>	<b>13</b>	<b>(16)</b>	<b>902</b>	<b>(1 094)</b>

<sup>a</sup> Las cifras comprenden 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 A19. EQUIPO Y ACTIVIDADES PRINCIPALES DE APOYO A LAS SALVAGUARDIAS

	1999	2000
<b>Total en inventario</b>		
<b>Sistemas de medición de rayos gamma</b>		
Sistemas de baja resolución (sondas para análisis)	75	75
Sistemas de alta resolución (analizadores)	39	39
Analizadores multicanal portátiles	280	355
Detectores	908	995
<b>Sistemas de medición neutrónica</b>		
Cabezas de detección para mediciones activas de neutrones	32	37
Cabezas de detección para mediciones pasivas de neutrones	35	38
Electrónica de recuento por coincidencia neutrónica	92	91
<b>Sistemas de medición del combustible gastado</b>		
Dispositivos de observación del brillo de Cerenkov	96	109
Sistemas de medición de la radiación del combustible gastado	175	184
Electrónica de medición del combustible irradiado	75	75
<b>Otros sistemas de medición</b>		
Dispositivos para propiedades físicas	150	144
<b>Sistemas de vigilancia óptica</b>		
Cámaras fotográficas	715	715
Sistemas vídeo de cámara única	505	516
Sistemas vídeo de cámaras múltiples	134	158
Estaciones de revisión de vídeos	142	142
<b>Precintos</b>		
Precintos verificables in situ	1 328	1389
Sistemas de vigilancia radiológica	81	101
<b>Actividades</b>		
Precintos de tapa metálica distribuidos	21 300	22 262
Precintos de tapa metálica verificados	19 718	18 848
Expedición de equipo y suministros	534	467
Transporte a mano de equipo y suministros	514	748
Expedición de materiales de referencia y productos químicos a instalaciones	289	293
Expedición de muestras de inspección, patrones de material radiactivo y artículos contaminados al Laboratorio analítico de salvaguardias	232	235
Operaciones de compra	1 423	1 439

CUADRO A20. APOYO ADICIONAL DE SALVAGUARDIAS APORTADO POR ESTADOS

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
Alemania, Argentina, Australia	Austria, Federación de Rusia
Bélgica, Canadá, Unión Europea,	Israel, Letonia, Pakistán
Estados Unidos de América,	
Federación de Rusia, Finlandia, Francia	
Hungría, Japón, Países Bajos, Reino Unido	
República de Corea, Suecia	

**CUADRO A21. INSTRUMENTOS NEGOCIADOS Y APROBADOS BAJO LOS AUSPICIOS DEL ORGANISMO, DE LOS QUE ES DEPOSITARIO EL DIRECTOR GENERAL (SITUACIÓN Y SUCESOS PERTINENTES)**

---

*Acuerdo sobre privilegios e inmunidades del OIEA* (transcrito en el INFCIRC/9/Rev.1). En 2000, un Estado aceptó el Acuerdo. Al final del año había 67 Partes.

*Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares* (transcrita en el INFCIRC/500). Entró en vigor el 12 de noviembre de 1977. Durante 2000 no hubo cambios en su situación, con un total de 32 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. Durante 2000 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 2000, cuatro Estados se adhirieron a la Convención. Al final del año había 68 Partes.

*Convención sobre la pronta notificación de accidentes nucleares* (transcrita en el INFCIRC/335). Entró en vigor el 27 de octubre de 1986. En 2000, dos Estados se adhirieron a la Convención. Al final del año había 86 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 2000, tres Estados se adhirieron a la Convención. Al final del año había 82 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 2000, un Estado se adhirió al Protocolo. Al final del año había 21 Partes.

*Convención sobre Seguridad Nuclear* (transcrita en el INFCIRC/449). Entró en vigor el 24 de octubre de 1996. En 2000, un Estado se adhirió a la Convención. Al final del año había 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). Fue abierta a la firma el 29 de septiembre de 1997. En 2000, diez Estados se adhirieron a la Convención. Al final del año había 23 Estados Contratantes y 41 Signatarios.

*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 2000, un Estado se adhirió al Protocolo. Al final del año había tres Estados Contratantes y 14 Signatarios.

*Convención sobre indemnización suplementaria por daños nucleares* (transcrito en el INFCIRC/567). Fue abierta a la firma el 29 de septiembre de 1997. En 2000, un Estados se adhirió a la Convención. Al final del año había tres 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. Al final de 2000 había 20 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. Durante 2000 no hubo cambios en su situación, con un total de 17 Partes.

*Acuerdo Suplementario Revisado sobre la prestación de asistencia técnica por el OIEA (ASR)*. En 2000, tres Estados concertaron el Acuerdo. Al final del año había 92 Estados con Acuerdos ASR concertados.

*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 2000, un Estado se adhirió al Acuerdo. Al final del año había un Estado Contratante y 14 Signatarios.

---

## CUADRO A22. **PROYECTOS COORDINADOS DE INVESTIGACIÓN — NUEVOS O COMPLETADOS EN 2000**

*La lista completa de los PCI en curso figura en el sitio Web del Organismo, en WorldAtom  
Para obtener copias impresas deberá dirigirse el correspondiente pedido a la Sección de Publicaciones del Organismo*

### **Energía nucleoelectrónica**

Conservación y aplicación de la tecnología para reactores de alta temperatura refrigerados por gas: 2000–2005

Soluciones de gestión de la información para la aplicación del enfoque sistemático de la capacitación (ESC): 2000–2003

Intercomparación de códigos de análisis de estructuras nucleares con aislamiento sísmico: 1996–2000

Mecanismo producido por el efecto del níquel en la fragilización de materiales de la vasija de presión del reactor: 2000–2003

Sistemas codificados para paradas de centrales nucleares: 1999–2000

Potencial de los ciclos del combustible basados en el torio para restringir el plutonio y reducir la toxicidad de los desechos a largo plazo: 1995–2000

Aplicación de los resultados de los programas de vigilancia a la evaluación de la integridad de la vasija de presión de los reactores: 2000–2003

Empleo del ciclo del combustible basado en el torio en sistemas accionados por acelerador para incinerar plutonio y reducir la toxicidad de los desechos a largo plazo: 1996–2000

### **Ciclo del combustible nuclear y tecnología de los desechos**

Corrosión en el agua de las vainas de aluminio del combustible gastado de reactores de investigación: 1995–2000

Evaluación de los aspectos de seguridad, medio ambiente y no proliferación del fraccionamiento y transmutación de actínidos y productos de fisión: 1996–2000

Desarrollo tecnológico y prácticas de vigilancia en línea de la química del agua en relación con el comportamiento del combustible y el transporte de radioactividad: 1995–2000

Tecnologías y métodos para la estabilización y aislamiento a largo plazo de colas de tratamiento de uranio: 2000–2004

### **Evaluación comparativa de las fuentes de energía**

Estudios de casos para evaluar y comparar diferentes fuentes de energía en estrategias de suministro de energía y de electricidad sostenible: 1996–2000

### **Agricultura y alimentación**

Desarrollo de atrayentes mejorados y su integración en los programas de gestión de la técnica de los insectos estériles para la mosca de la fruta: 2000–2005

Mejoramiento de árboles frutales tropicales y subtropicales mediante mutaciones inducidas y biotecnología: 2000–2005

Control de calidad de productos plaguicidas: 2000–2005

Serovigilancia y supervisión de la peste bovina en África utilizando tecnologías de inmunoanálisis: 1997–2000

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: 1995–2000

### **Sanidad humana**

Evaluación de la cantidad y los efectos para la salud de la materia particulada transportada por el aire en las industrias de la minería y de la refinación y tratamiento de metales con empleo de técnicas nucleares y técnicas analíticas conexas: 1996–2000

Utilización de la tomografía computarizada ósea por emisión de fotón único en el tratamiento de pacientes con dolores dorsales inexplicados: 1997–2000

---

## CUADRO A22. (Cont.)

Evaluación comparativa de tomografía computarizada del cerebro en fase ictal por emisión de fotón único, imágenes por resonancia magnética y tomografía computarizada de rayos X de cerebro en el tratamiento de pacientes con ataques de epilepsia refractaria: 2000–2003

Comparación de estudios internacionales de osteoporosis con empleo de técnicas isotópicas: 1994–2000

Establecimiento de un programa de garantía de calidad de la dosimetría en radioterapia en los países en desarrollo: 1995–2000

Desarrollo de técnicas en los laboratorios secundarios de calibración dosimétrica para la difusión de patrones de medición de la dosis absorbida en agua: 2000–2003

Dosimetría en radiología de diagnóstico de rayos X: Un código de práctica internacional: 2000–2005

Biodosimetría por resonancia paramagnética de electrones: 1998–2000

Evaluación de los radiofármacos basados en tecnecio 99 m en el diagnóstico y control de pacientes con cáncer de mama: 1997–2000

Correlación genotipo/fenotipo en la talasemia y la distrofia muscular: 1998–2000

Obtención de imágenes in vivo de infecciones e inflamaciones: 1997–2000

Terapia intravascular con radionucleidos utilizando radiofármacos emisores de partículas beta para la prevención de la restenosis luego de angioplastia coronaria transluminal percutánea: 2000–2004

Producción y evaluación locales de reactivos primarios para el radioinmunoanálisis de  $\alpha$ -fetoproteína: 1997–2000

Tratamiento del cáncer de hígado con métodos de radionucleidos haciendo especial hincapié en la terapia radioconjugada transarterial y en la dosimetría interna: 2000–2005

Tipificación molecular de cepas de micobacterias en el control de la tuberculosis resistente a múltiples drogas: 1997–2000

Caracterización radioquímica, química y física de partículas radiactivas en el medio ambiente: 2000–2005

Radioinmunoanálisis de productos finales de glicación avanzada en el tratamiento a largo plazo de la diabetes mellitus: 2000–2004

Proyecto de hombre de referencia asiático (Fase 2): ingestión y contenido en los órganos de oligoelementos de importancia para protección radiológica (ACR): 1995–2000

Relación entre el reflujo vesicouretral, la pielonefritis y la erosión renal en niños con infección recurrente del tracto urinario: 1997–2000

Empleo de la radioterapia del cáncer en estado avanzado: 1995–2000

### Medio ambiente marino, recursos hídricos e industria

Aplicación de técnicas isotópicas en la evaluación de sistemas de acuíferos en grandes zonas urbanas: 1997–2000

Aplicación de isótopos para la evaluación del comportamiento de los contaminantes en zonas no saturadas para la protección de las aguas subterráneas: 2000–2003

Empleo de técnicas isotópicas en la evaluación de aguas subterráneas profundas de movimiento lento y su posible aplicación en la evaluación de emplazamientos de disposición final de desechos: 1997–2000

Composición isotópica de las precipitaciones en la Cuenca del Mediterráneo en relación con los modelos de circulación de aire y con el clima: 2000–2004

Orígenes de la salinidad e impactos en los recursos de aguas subterráneas: Optimización de las técnicas isotópicas: 2000–2005

Síntesis de radiación de membranas, adsorbentes e hidrogeles sensibles a estímulos con objeto de utilizarlos en procesos de separación: 2000–2004

Tecnología de radiotrazadores para estudios de operaciones unitarias y la optimización de procesos unitarios: 1998–2000

Estudios de evaluación de sedimentación mediante radionucleidos ambientales y su aplicación a las medidas de conservación del suelo: 1995–2000

Empleo de técnicas isotópicas para investigar los fluidos ácidos en la explotación geotérmica: 1997–2000

Empleo de trazadores e isótopos estables en estudios de la contaminación de aguas superficiales: 1997–2000

Validación de protocolos para la evaluación de la corrosión y de los depósitos en tuberías por radiografías: 1997–2000

---

## CUADRO A22. (Cont.)

### Ciencias físicas y químicas

Aplicación de haces de iones de MeV para la elaboración y caracterización de materiales semiconductores: 1997–2000

Aplicaciones y desarrollo en relación con la dispersión neutrónica de ángulo pequeño: 2000–2003

Datos sobre interacciones atómicas y plasma-pared para la modelización del plasma de un reactor de fusión: 1995–2000

Análisis del hidrógeno contenido en una masa utilizando neutrones: 1997–2000

Desarrollo y aplicaciones de la espectrometría de partículas alfa: 2000–2004

Preparación de agentes basados en el tecnecio 99 m para la formación de imágenes de receptores del sistema nervioso central: 1995–2000

Elaboración de instrumentos y herramientas informáticos para corrección de desperfectos: 1996–2000

Elaboración de juegos (kits) para el análisis radioinmunométrico de marcadores de tumores: 1998–2000

Elaboración de juegos (kits) de radiofármacos de tecnecio 99 m para la formación de imágenes de infecciones: 2000–2003

Elementos del diseño de centrales nucleares para energía de fusión inercial: 2000–2005

Aplicaciones in situ de técnicas de fluorescencia por rayos X: 2000–2004

Técnicas analíticas nucleares para investigaciones arqueológicas: 1996–2000

Optimización de los procedimientos de síntesis y de control de calidad para la preparación de péptidos marcados con yodo 123 y flúor 18: 1997–2000

Blancos sólidos de alta corriente, estandarizados, para producción en ciclotrón de radionucleidos para fines de diagnóstico y terapéuticos: 2000–2003

Utilización de técnicas de haces de iones para análisis de elementos de luz en películas delgadas, incluido el perfilamiento en profundidad: 2000–2003

Validación de técnicas nucleares para el análisis de metales preciosos y raros en concentrados minerales: 1997–2000

### Seguridad nuclear

Investigación de metodologías para el análisis de incidentes: 1997–2000

### Seguridad radiológica

Investigación de métodos y procedimientos apropiados para la aplicación de las técnicas de evaluación probabilista de la seguridad de importantes fuentes de radiación: 2000–2003

Limitaciones de las evaluaciones radioepidemiológicas en el caso de los efectos estocásticos de la radiación, en relación con la protección radiológica: 1994–2000

### Seguridad de los desechos radiactivos

Formulación de enfoques para comparar las posibles repercusiones de los desechos provenientes de tecnologías de generación de electricidad: 1997–2000

Mejoramiento de las metodologías de evaluación de la seguridad para instalaciones de disposición final de desechos radiactivos cerca de la superficie: 1997–2000

Uso de indicadores de seguridad seleccionados (concentraciones, flujos) en la evaluación de la disposición final de desechos radioactivos: 2000–2005

---

## CUADRO A23. CURSOS DE CAPACITACIÓN, SEMINARIOS Y TALLERES EN 2000

### Energía Nuclear

#### *Cursos*

Curso interregional sobre gestión para lograr la excelencia en el comportamiento de las centrales nucleares — Francia

Curso interregional sobre cualificación del personal de centrales nucleares y el papel de la dirección — Alemania, República de Corea

Curso regional sobre modernización de la instrumentación y el control de las centrales nucleares — Alemania

Curso regional sobre gestión de proyectos nucleoelectrónicos — República de Corea

Curso regional sobre fortalecimiento de la gestión de proyectos nucleoelectrónicos — España

#### *Talleres*

Taller OIEA-FORATOM sobre sistemas de gestión integrada de instalaciones nucleares — Eslovenia

Taller regional sobre evaluación de los resultados de análisis no destructivos para la determinación de la vida útil remanente — República Checa

Taller regional sobre buenas prácticas en los enfoques nacionales para la gestión de la vida útil de las centrales nucleares — Eslovenia

Taller regional sobre el impacto de la privatización y la desregulación de los mercados en la explotación de las centrales nucleares — Hungría

Taller regional sobre mejoramiento de la eficacia de las inspecciones durante el servicio a través de la cualificación de las inspecciones — Bulgaria

Taller regional sobre inspección interna y externa de la vasija de presión del reactor — Croacia

Taller regional sobre gestión del cierre prematuro de las operaciones de centrales nucleares — Alemania

Taller regional sobre enfoques modernos para el diseño de sistemas de control de centrales nucleares basados en computadoras — China

Taller regional sobre ensayos en línea de la instrumentación para medición de presión y temperatura y otros equipos críticos de las centrales nucleares — México

Taller regional sobre cuestiones operacionales y de seguridad de centrales nucleares — República de Corea

Taller regional sobre integridad de los tubos de los generadores de vapor — Federación de Rusia

Taller sobre datos de reacción nuclear y reactores nucleares: Física, diseño y seguridad — Centro Internacional de Física Teórica Abdus Salam, Trieste

#### *Seminarios*

Seminario nacional sobre gestión de proyectos nucleoelectrónicos — China

Seminario sobre sistemas accionados por aceleradores y transmutación de desechos nucleares: Opciones y tendencias — Centro Internacional de Física Teórica Abdus Salam, Trieste

### Ciclo del combustible nuclear y tecnología de los desechos

#### **Cursos**

Curso interregional sobre clausura de reactores de investigación y otras instalaciones nucleares pequeñas — EE.UU.

### Evaluación comparativa de las fuentes de energía

#### **Cursos**

Curso regional sobre estudios de casos para evaluación de la energía nucleoelectrica como mecanismo de desarrollo limpio en el marco del Protocolo de Kyoto — República de Corea

Curso regional sobre el uso de las metodologías y herramientas del Organismo para el análisis de las cuestiones medioambientales prioritarias — Indonesia

El papel de la energía nuclear y otras opciones energéticas para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero — Austria

#### *Seminario*

Seminario de coordinadores nacionales para intercambiar experiencias sobre evaluación comparativa de las opciones de electricidad — República de Corea

---

## CUADRO A23. (Cont.)

### Agricultura y alimentación

#### Cursos

Curso sobre diagnóstico diferencial del gusano barrenador del Viejo Mundo y otras miosis en larvas de moscas — Reino Unido

Curso sobre control del proceso de irradiación de alimentos — EE.UU.

Curso FAO/OIEA sobre aplicación de medidas de garantía de calidad / control de calidad en laboratorios de análisis de residuos — Austria

Curso regional FAO/OIEA sobre el gusano barrenador del Viejo Mundo — República Islámica del Irán

Curso regional FAO/OIEA sobre técnica de los insectos estériles como componente de la gestión zonal integrada para combatir la mosca tsetsé y la tripanosomiasis — República Unida de Tanzania

Curso regional en Asia sobre nuevas fronteras en el desarrollo y la manipulación de mutantes — China

Curso OMS/OIEA sobre tripanosomiasis africana — Francia

#### Talleres

Taller AFRA sobre adopción de técnicas de selección adecuadas para el desarrollo de un germoplasma con tolerancia a la sequía — Nigeria

Taller AFRA sobre producción de materiales estándar y para control de calidad interna para radioinmunoanálisis de autocobertura de la progesterona — Mauricio

Taller AFRA/ARCAL/ACR sobre el desarrollo de un protocolo internacional sobre irradiación de alimentos y productos agrícolas básicos como tratamiento de cuarentena — Marruecos

Taller CLAM/FAO/OIEA sobre mosca de la fruta del melocotón (*Bactocera zonata*) — España

Taller regional FAO sobre estrategias para combatir el gusano barrenador en el Caribe — Panamá

Taller regional FAO/OIEA sobre mutagénesis in vitro, cultivo de tejidos y marcadores moleculares — Tailandia

Taller regional FAO/OIEA sobre información pública en relación con el uso de la irradiación como tratamiento sanitario y fitosanitario de alimentos — Malasia

Viaje de estudios/taller FAO/OIEA sobre el gorgojo rojo de la palma y la mosca de la fruta del melocotón — Egipto

Taller FAO/OIEA sobre certificación de la irradiación como tratamiento sanitario y fitosanitario de alimentos y productos básicos agrícolas — Australia

Taller FAO/OIEA sobre elaboración de material estandarizado de capacitación para prestar asistencia a los Estados Miembros en relación con el establecimiento de sistemas de calidad para laboratorios veterinarios de diagnóstico — Austria

Taller FAO/OIEA sobre determinación del sexo por métodos genéticos y genética de las poblaciones del gusano barrenador — Austria

Taller FAO/OIEA sobre mejoramiento de la técnica de los insectos estériles para la polilla de la manzana para facilitar la expansión de las aplicaciones sobre el terreno — Austria

Taller FAO/OIEA sobre mejoramiento y armonización del diagnóstico y la vigilancia de la peste bovina — Malí

Taller FAO/OIEA sobre protocolos in vitro y selección de mutantes utilizando toxinas de Bayoud — Marruecos

Taller FAO/OIEA sobre el desarrollo de dietas eficaces desde el punto de vista de los costos para la producción en masa de moscas tsetsé — Austria

Taller FAO/OIEA sobre el desarrollo de la garantía de calidad para el análisis de micotoxinas en alimentos y piensos para países de Europa oriental — Austria

Taller FAO/OIEA sobre la provisión de moscas estériles para la aplicación de la técnica de los insectos estériles en la Cuenca del Mediterráneo — Austria

Taller FAO/OIEA/AFRA sobre la aceptación industrial y pública de la irradiación de alimentos — Ghana

Taller FAO/OIEA/UCR sobre técnicas de cultivo in vitro para mejorar los cultivos de alimentos tropicales de propagación vegetativa — Costa Rica

Taller ACR sobre producción de trazadores yodados para el radioinmunoanálisis de autocobertura de la progesterona — Tailandia

Taller regional sobre irradiación de alimentos en Asia — China

Taller regional sobre fertilizantes fosfatados en fertilización en Asia occidental — Austria

---

## CUADRO A23. (Cont.)

Taller regional sobre el empleo de agua de riego de baja calidad en fertigación en Asia occidental — Líbano  
Taller sobre oportunidades de comercialización para alimentos irradiados — EE.UU.

### Sanidad Humana

#### *Cursos*

Curso sobre radiobiología clínica básica (OIEA-ESTRO) — Eslovaquia  
Curso sobre investigación clínica en radiooncología (OIEA-ESTRO) — Reino Unido  
Curso sobre radiooncología basada en pruebas — Singapur  
Curso sobre principios y métodos de radiooncología basada en pruebas (OIEA-ESTRO) — España  
Curso sobre obtención de imágenes para la determinación del volumen del blanco en radioterapia (OIEA-ESTRO) — Italia  
Curso sobre física para radioterapia clínica (OIEA-ESTRO) — Bélgica  
Curso sobre planificación del tratamiento en radioterapia: Técnicas modernas en braquiterapia (OIEA-ESTRO) — Italia  
Curso sobre planificación del tratamiento en radioterapia: Principios y prácticas (OIEA-ESTRO) — Países Bajos  
Actividad de grupo sobre mediciones de la biodisponibilidad in vivo de oligoelementos — China  
Curso interregional sobre técnicas de biología molecular y trazadores de radionucleidos en la lucha contra las enfermedades infecciosas — Tailandia  
Reunión de coordinadores del proyecto sobre garantía de calidad de la esterilización por irradiación de injertos de tejidos — Indonesia  
Curso regional sobre aplicación de métodos de radionucleidos en el tratamiento de infecciones e inflamaciones — Argelia  
Curso regional sobre aplicaciones del manual de normas y procedimientos para nefrourología nuclear — Cuba  
Curso regional sobre tomografía computarizada cardíaca y cerebral por emisión de fotón único — Cuba  
Curso regional sobre tomografía computarizada por emisión de fotón único y técnicas centelleomamografía para tecnólogos en medicina nuclear — Bangladesh  
Curso regional sobre irradiación de células en la práctica de la medicina nuclear clínica — Francia  
Curso regional sobre medicina nuclear de intervención — Bulgaria  
Curso regional sobre automatización de laboratorios para radioinmunoanálisis — República Árabe Siria  
Curso regional sobre centelleografía de perfusión del miocardio utilizando tomografía computarizada por emisión de fotón único — India  
Curso regional sobre medicina nuclear pediátrica — Sudáfrica  
Curso regional sobre aspectos físicos de la garantía de calidad en radioterapia — Australia  
Curso regional sobre producción de reactivos básicos para radioinmunoanálisis de marcadores de tumores — Túnez  
Curso regional sobre tomografía por emisión de protones en la práctica clínica — China  
Curso regional sobre garantía de calidad de sistemas de obtención de imágenes de tomografía computarizada por emisión de fotón único — Arabia Saudita  
Curso regional sobre radioinmunoanálisis del antígeno prostático específico libre y la gonadotropina coriónica humana — Jordania  
Curso regional sobre técnicas de radionucleidos en el tratamiento de la diabetes — Filipinas  
Curso regional sobre tratamiento radioterapéutico de tumores pediátricos — Egipto  
Curso regional sobre servicio para aceleradores lineales médicos — Jordán  
Curso regional sobre el uso eficaz de equipo AMRA — Marruecos  
Curso regional sobre aspectos físicos de la garantía de calidad en radioterapia — República Árabe Siria  
Curso regional sobre aspectos físicos de la garantía de calidad en radioterapia — Australia

#### *Talleres*

Taller internacional sobre BioMAP — Portugal  
Taller nacional sobre una panorámica del subproyecto PNUD/ACR/OIEA sobre la contaminación atmosférica y sus tendencias: Análisis por activación neutrónica y estudios de la contaminación atmosférica con técnicas analíticas nucleares en Eslovenia — Filipinas

---



#### CUADRO A23. (Cont.)

Taller regional sobre tecnologías avanzadas para tomografía computarizada por emisión de fotón único — Brasil

Taller regional sobre la utilización eficaz de programas informáticos PIP — Emiratos Árabes Unidos

Taller regional sobre aplicaciones de técnicas isotópicas en la nutrición humana, prestando especial atención a los programas de intervención a base de micronutrientes — China

Taller regional sobre control de calidad de sistemas de tomografía por emisión de fotón único — Argelia

Taller regional sobre tratamiento del cáncer hepático con radionucleidos — Singapur

Taller regional sobre centelleografía y aplicación de sondas de rayos gamma para cirugía en el tratamiento del cáncer de mama — Indonesia

Taller de investigación sobre vigilancia de los radionucleidos naturales y artificiales y de los desechos de metales pesados en el medio ambiente — Federación de Rusia

Taller sobre mantenimiento y control de calidad de máquinas para radioterapia de cobalto 60 - Kenya

Taller sobre los micronutrientes y la salud: Mecanismos biológicos moleculares — Malasia

Taller sobre normalización de mediciones de dosis en instalaciones de calibración — Argelia

Taller sobre el uso de isótopos estables para evaluar programas de intervención nutricional en América Latina — Argentina

#### *Seminarios*

Seminario sobre procedimientos de calibración y rastreabilidad de mediciones de la radiación en los Estados Bálticos — Lituania

Seminario sobre técnicas analíticas para la vigilancia del medio ambiente — India

#### **Medio ambiente marino, recursos hídricos e industria**

#### *Cursos*

Curso regional avanzado sobre flujo numérico específico de emplazamientos y elaboración de modelos de transporte para recursos hídricos — Tailandia

Curso sobre plaguicidas clorinados y bifenilos policlorados — OIEA-MEL, Mónaco

Curso sobre determinación de oligoelementos en muestras ambientales marinas — Marruecos

Curso sobre determinación de oligoelementos metálicos en muestras marinas — OIEA-MEL, Mónaco

Curso sobre hidrocarburos de petróleo y plaguicidas clorinados en muestras ambientales — Ucrania

Curso regional sobre aplicación de trazadores para el estudio de los procesos de transporte y ritmo de sedimentación en el medio marino — Tailandia

Curso regional sobre modelos geoquímicos para la gestión de recursos hídricos — Filipinas

Curso regional sobre isótopos y modelos geoquímicos para la gestión de recursos de aguas subterráneas — Zimbabwe

Curso regional ejecutivo para gestores de recursos hídricos sobre avances en las aplicaciones isotópicas en la gestión de recursos hídricos en Asia y el Pacífico — República de Corea

#### *Talleres*

Taller para la evaluación del proyecto RAS/8/084 — Filipinas

Taller sobre vigilancia de la radiactividad marina in situ — Irlanda

Taller sobre los isótopos en el clima y Comité de dirección científico de la Red Mundial sobre Isótopos en las Precipitaciones (GNIP) — Alemania

#### **Ciencias físicas y químicas**

#### *Cursos*

Capacitación colectiva de becarios en mantenimiento de instrumentos de espectroscopia nuclear — Laboratorios del Organismo, Seibersdorf

Capacitación colectiva de becarios en metodología y aplicaciones de la técnica de fluorescencia X — Laboratorios del Organismo, Seibersdorf

Curso nacional sobre aceleradores — Indonesia

Curso nacional sobre construcción y reparación de computadoras personales y redes de área local — Zambia

Curso nacional sobre instrumentos nucleares basados en microprocesadores — Myanmar, Sri Lanka

#### CUADRO A23. (Cont.)

Curso nacional sobre acondicionamiento de energía para la explotación segura y fiable de sistemas electrónicos — República Unida de Tanzania

Curso regional y examen de ensayos de métodos de superficie, nivel 2 — Jordania

Curso regional sobre diseño y aplicación de dispositivos nucleónicos portátiles — Nueva Zelandia

Curso regional sobre fabricación de piezas de ensayos no destructivos — Jordania

Curso regional sobre radiofarmacia hospitalaria — Chipre

Curso regional sobre radiografía industrial digital - República de Corea

Curso regional sobre examen de nivel 3 en ensayos con corriente de Foucault — Pakistán

Curso regional sobre aplicación de análisis no destructivos a los sistemas ferroviarios - Sudáfrica

Curso regional sobre aplicación de análisis no destructivos a las estructuras de hormigón — Singapur

Curso regional sobre control de calidad y de procesos y seguridad en el tratamiento por irradiación — Chile

Curso regional sobre control de calidad y garantía de calidad en radioquímica y análisis nucleares conexos — Egipto

Curso regional sobre radiotratamiento de polisacáridos naturales — Viet Nam

Curso regional sobre radioesterilización para aplicaciones médicas y farmacéuticas — Túnez

Curso regional sobre ensayos radiográficos, nivel 3 — República Árabe Siria

Curso regional sobre técnicas de radiotrazadores y fuentes selladas y aplicaciones en la industria y el medio ambiente — Sudáfrica

Curso regional sobre radiotrazadores en el tratamiento de minerales — Indonesia

Curso regional sobre programas informáticos estándar para aplicaciones de trazadores y diseño y calibración de sondas nucleónicas — Viet Nam

Curso regional sobre trazados en campos petrolíferos — Argentina

Curso regional sobre ensayos ultrasónicos, nivel 3 — República Islámica del Irán

Curso nacional sobre reparación y mantenimiento de instrumentos basados en microprocesadores y microcontroladores — Sudán

Curso nacional sobre investigación y desarrollo para tecnologías avanzadas — Indonesia

Curso nacional sobre lectores de detectores termoluminiscentes — El Salvador

Curso nacional sobre equipos de rayos X — Bolivia, Ecuador, El Salvador

Curso regional sobre procesamiento de señales digitales — Cuba

Curso regional sobre contadores de centelleador líquido — Malasia

Curso regional sobre mantenimiento, detección de fallos y reparación de instrumentos construidos con dispositivos montados en la superficie — Marruecos

Curso regional sobre detección de fallos de instrumentos nucleares basados en tecnologías avanzadas — Malasia

#### *Talleres*

Taller regional de expertos sobre garantía de calidad y producción de fuentes de cobalto 60 para braquiterapia — China

Taller regional de gestión para examinar la guía sobre buenas prácticas de manufactura y la autoevaluación de proyectos — República de Corea

Taller regional sobre detectores — México

Taller regional sobre electrónica digital — Brasil

Taller regional sobre tratamiento con electrones de la pulpa de papel para la industria de rayón viscosa — India

Taller regional sobre cámaras gamma — Venezuela

Taller regional sobre buenas prácticas de manufactura en operaciones en zonas limpias para la producción de radiofármacos y juegos de tecnecio 99m — Indonesia

Taller regional sobre instrumentación para medicina nuclear — Perú

Taller regional sobre mantenimiento y reparación de electrómetros y cámaras — Brasil

Taller regional sobre diseño, calibración y aplicaciones de dispositivos nucleónicos — Brasil

Taller regional sobre garantía de calidad en el control biológico de kits de tecnecio 99m y de productos farmacéuticos radiactivos basados en el tecnecio 99m — Malasia

Taller regional sobre garantía de calidad de los kits de tecnecio-99m y sus ingredientes — Tailandia

Taller regional sobre procesamiento por irradiación de desechos agrícolas — Malasia

---

#### CUADRO A23. (Cont.)

Taller regional sobre radiotrazadores para el análisis de la eficiencia de plantas de tratamiento de aguas residuales — República de Corea

Taller regional sobre la aplicación de técnicas de dispositivos de exploración con rayos gamma y neutrones en la industria petroquímica — Venezuela

Segundo taller regional sobre garantía de calidad / control de calidad de técnicas analíticas nucleares — Letonia

Segundo taller regional sobre tratamiento radiológico de aguas residuales industriales — República Checa

Taller de Grupo de tareas sobre análisis no destructivos en la industria — Sudáfrica

Taller sobre datos de reacción nuclear y reactores nucleares: Física, diseño y seguridad — Italia

#### **Seguridad nuclear**

##### *Cursos*

Curso sobre gestión para lograr la excelencia en lo referente al comportamiento de las centrales nucleares — Francia

Curso interregional sobre adelantos en la vigilancia, evaluación y mejoramiento de la seguridad operacional de las centrales nucleares — EE.UU.

Curso interregional sobre aspectos de reglamentación y documentos relativos a la seguridad de los reactores de investigación — EE.UU.

Curso interregional sobre seguridad en el almacenamiento del combustible gastado — EE.UU.

Curso nacional básico de capacitación profesional en seguridad nuclear — Rumania

Curso regional básico de capacitación profesional en seguridad nuclear — Brasil

Curso regional sobre gestión del combustible nuclear / núcleo — República de Corea

Curso regional sobre emplazamientos para centrales nucleares — Indonesia

Curso regional sobre información sobre seguridad nuclear para personal directivo — Malasia

Curso regional sobre seguridad operacional de centrales nucleares incluyendo la gestión — Alemania

Curso regional sobre la seguridad operacional de los reactores de investigación — Japón

Curso regional sobre requisitos previos en relación con las características institucionales para la utilización de la energía nucleoelectrónica — Sede

Curso regional sobre control reglamentario de centrales nucleares — Alemania

Curso regional sobre inspecciones basadas en los riesgos: Teoría y aplicaciones — Lituania

Curso regional sobre la evaluación de la seguridad de centrales nucleares como medio de ayuda en la adopción de decisiones — Finlandia

Curso regional sobre seguridad en la explotación y utilización de reactores de investigación — Indonesia

Curso regional sobre el empleo de códigos informáticos para el análisis de accidentes — Croacia

Curso regional sobre ensayos ultrasónicos para la detección, caracterización y reparación de fisuras por tenso corrosión intragranular, clasificación de grietas y examen de recrecimiento con soldadura — Federación de Rusia

##### *Talleres*

Taller regional sobre gestión de la configuración y de la seguridad durante paradas planificadas — República de Corea

Taller regional sobre cuestiones operacionales y de seguridad en centrales nucleares haciendo hincapié en la gestión de la seguridad operacional — República de Corea

Taller sobre diseño, evaluación y concesión de licencias para modificaciones de centrales nucleares — Eslovenia

Taller sobre desarrollo y validación de procedimientos de explotación en situaciones de emergencia — República Checa

Taller sobre niveles de acción en situaciones de emergencia en centrales nucleares — China

Taller sobre protección contra incendios en centrales nucleares — China

Taller sobre inspección y cumplimiento de las disposiciones reglamentarias integradas — Indonesia

Taller sobre gestión de la seguridad y cultura de la seguridad — Eslovenia

Taller sobre elaboración de modelos de riesgos externos en el análisis probabilista de la seguridad — Bulgaria

Taller sobre análisis de la seguridad nuclear de los reactores de investigación — Viet Nam

Taller sobre seguridad nuclear y evaluación de riesgos — Indonesia

---

#### CUADRO A23. (Cont.)

Taller sobre retroalimentación de la experiencia operacional en relación con los factores humanos — Bulgaria

Taller sobre vigilancia y evaluación de la seguridad operacional — Eslovenia

Taller sobre indicadores del comportamiento de la seguridad operacional — China

Taller sobre aplicación de normas de seguridad operacionales y mejores prácticas — Sede

Taller sobre examen periódico de la seguridad — China

Taller sobre exámenes periódicos de la seguridad y el envejecimiento — República Checa

Taller sobre enfoque probabilista de la adopción de decisiones reglamentarias — Bélgica

Taller sobre aplicaciones de evaluación probabilista de la seguridad — China

Taller sobre experiencia en materia de reglamentación para la puesta en servicio de centrales nucleares — Sede

Taller sobre información en materia de reglamentación para el público y los medios de comunicación — Eslovenia

Taller sobre requisitos y prácticas de reglamentación para la gestión del envejecimiento — Eslovaquia

Taller sobre evaluación, normas e inspecciones de la seguridad de los reactores de investigación — Sede

Taller sobre evaluación de la seguridad y control reglamentario en reactores de investigación — Viet Nam

Taller sobre la cultura de la seguridad y los reactores de investigación — Hungría

Taller sobre política en materia de accidentes graves y objetivos de seguridad — China

Taller sobre fortalecimiento de la gestión de las centrales nucleares — China

Taller sobre caracterización, gestión y almacenamiento del combustible gastado — Polonia

Taller sobre el proceso de clausura: aspectos de reglamentación, técnicos y de gestión — Eslovenia

Taller sobre la función de los monitores del riesgo en la seguridad operacional — República Checa

#### **Seguridad radiológica**

##### *Cursos*

Capacitación colectiva en evaluación de la infraestructura legislativa y de reglamentación — República Checa

Capacitación colectiva en seguridad radiológica y de los desechos en la industria del petróleo y del gas — República Árabe Siria

Capacitación colectiva en protección radiológica, gestión de desechos y garantía de calidad en medicina nuclear — Suecia

Capacitación colectiva en seguridad radiológica en irradiadores industriales — Canadá

Curso mixto OIEA/OMC/ICP-INTERPOL de información sobre la lucha contra el tráfico ilícito de materiales nucleares y otras sustancias radioactivas — Austria

Curso nacional sobre lucha contra el tráfico ilícito de materiales nucleares y otros materiales radiactivos — Belarús, Ucrania

Curso nacional sobre dosimetría en radioterapia — Lituania

Curso nacional sobre protección radiológica para oficiales de protección radiológica — Costa Rica

Curso nacional sobre protección radiológica en radiología de diagnóstico — La ex República Yugoslava de Macedonia

Curso nacional sobre protección radiológica en radiología de diagnóstico y medicina nuclear — Estonia

Curso nacional sobre protección radiológica en radiografía industrial — República de Moldova

Curso nacional sobre protección radiológica en instalaciones médicas — Georgia

Curso nacional sobre protección radiológica en prácticas médicas — Albania, Armenia, Letonia, República de Moldova

Curso nacional sobre servicio y mantenimiento de sistemas de dosimetría termoluminiscente — Finlandia

Capacitación colectiva de posgrado sobre protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación — Malasia

Curso piloto de capacitación profesional sobre protección radiológica — Belarús

Protección radiológica en la exposición médica — Singapur

Curso regional para inspectores sobre la aplicación de las guías para un sistema de respuesta inicial a sucesos radiológicos — Brasil

Curso regional sobre calibración de dosímetros e instrumentos de estudio para protección radiológica — Letonia

Curso regional sobre respuesta médica en accidentes radiológicos — Argentina

---

#### CUADRO A23. (Cont.)

Curso regional sobre planificación, organización y puesta en práctica de un programa regulatorio para protección radiológica — Sudáfrica

Curso regional sobre protección radiológica radiología de diagnóstico y de intervención — Panamá

Curso regional sobre control reglamentario de las fuentes de radiación — Eslovaquia

Curso regional sobre respuesta y preparación para casos de emergencia radiológica — Cuba

Curso regional sobre transporte seguro de materiales radiactivos — Argentina, Australia, Belarús

Curso regional de posgrado sobre protección radiológica — República Árabe Siria

Curso regional de posgrado sobre protección radiológica y seguridad nuclear — Argentina

Curso regional de posgrado sobre protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación — Sudáfrica

Curso regional de formación de instructores para cursos de capacitación: enseñanza médica de preparación para casos de emergencia — Ucrania

#### *Talleres*

Taller nacional sobre concesión de licencias e inspección — Uzbekistán

Taller nacional sobre seguridad radiológica y de los desechos en prácticas industriales — Bangladesh

Taller nacional sobre protección radiológica y garantía de calidad en radioterapia — Bangladesh

Taller nacional sobre protección radiológica para radiólogos y radiógrafos — Albania

Taller nacional sobre protección radiológica en radiología de diagnóstico — Sri Lanka

Taller regional sobre calibración de dosímetros personales e instrumentos de exploración para protección radiológica — Japón

Taller regional sobre desarrollo de capacidades en materia de seguridad radiológica para respuesta en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica y una estructura jurídica que abarque la preparación y la respuesta en casos de emergencia y la responsabilidad civil por daños nucleares — Brasil

Taller regional sobre protección radiológica y seguridad en radioterapia — Filipinas

Taller regional sobre protección radiológica en radiología de diagnóstico y de intervención — Francia

Taller regional sobre seguridad de los materiales y las fuentes de radiación — Viet Nam

Taller regional sobre normalización de mediciones de dosis en calibración — Argelia

Taller regional sobre el Sistema de Información para Autoridades Reguladoras (RAIS) — Sudáfrica

Taller sobre respuesta práctica a una emergencia radiológica — Eslovenia

Taller sobre prácticas y optimización durante paradas para mantenimiento — China

Taller sobre procedimientos de información pública en caso de emergencia nuclear — Viet Nam

#### **Seguridad de desechos radiactivos**

#### *Cursos*

Curso regional sobre control de descargas y vigilancia ambiental de materiales radiactivos en relación con las prácticas médicas e industriales — Chile

Curso regional sobre control de descargas y vigilancia ambiental en el marco del proyecto modelo sobre mejoramiento de la infraestructura de seguridad radiológica y de los desechos en Europa — Estonia

Curso regional sobre vigilancia de efluentes y evaluación ambiental — Japón

Curso regional sobre metodologías para evaluación de la seguridad para repositorios de desechos cerca de la superficie — España

#### *Talleres*

Taller regional sobre principios de protección radiológica aplicados a la gestión de desechos — República de Corea

Taller regional sobre metodologías para evaluación de la seguridad para repositorios de desechos cerca de la superficie — Hungría

---

## CUADRO A24. PRINCIPALES PUBLICACIONES PRODUCIDAS EN 2000

*Se presenta aquí solamente una selección de las publicaciones científicas del Organismo hechas en 2000  
La lista completa de las publicaciones figura en el sitio Web del Organismo, en WorldAtom  
Para obtener copias impresas deberá dirigirse el correspondiente pedido a la Sección de Publicaciones del Organismo*

### **Energía nucleoelectrónica**

Economic evaluation of bids for nuclear power plants — Technical Reports Series No. 396  
Nuclear power reactors in the world — Reference Data Series No. 2  
Quality assurance for software important to safety — Technical Reports Series No. 397

### **Ciclo del combustible nuclear y tecnología de los desechos**

MOX fuel cycle technologies for medium and long term deployment — C&S Papers Series CSP-3/P  
Uranium 1999: Resources, production and demand (jointly with OECD/NEA)  
Waste management database profiles, No. 3 (CD-ROM)  
Waste management research abstracts, Vol. 25 (CD-ROM)

### **Evaluación comparativa de las fuentes de energía**

Energy, electricity and nuclear power estimates for the period up to 2020 (2000 edition) — Reference Data Series No.1

### **Ciencias físicas y químicas**

Bulletin on atomic and molecular data for fusion, Nos 58 and 59  
CINDA 1999 (1988–1999): Index to literature and computer files on microscopic neutron data — Special publication  
CINDA 2000 (1998–2000): Index to literature and computer files on microscopic neutron data — Special publication  
Nuclear Fusion  
Nuclear Fusion — Yokohama special issue 3  
Research reactors of the world — Reference Data Series No. 3

### **Seguridad nuclear**

Fire safety in the operation of nuclear power plants — Safety Standards Series NS-G-2.1  
Legal and governmental infrastructure for nuclear, radiation, radioactive waste and transport safety — Safety Standards Series GS-R-1  
Operational limits and conditions and operating procedures for nuclear power plants — Safety Standards Series NS-G-2.2  
Safety of nuclear power plants: Design — Safety Standards Series NS-R-1  
Safety of nuclear power plants: Operation — Safety Standards Series NS-R-2  
Software for computer based systems important to safety in nuclear power plants — Safety Standards Series NS-G-1.1

### **Seguridad radiológica**

Calibration of radiation protection monitoring instruments — Safety Reports Series No. 16  
Indirect methods for assessing intakes of radionuclides causing occupational exposure — Safety Reports Series No. 18  
Lessons learned from accidental exposures in radiotherapy — Safety Reports Series No. 17  
National competent authorities responsible for approvals and authorizations in respect of the transport of radioactive material, List No. 31. 2000 Edition — IAEA-NCAL-31  
Regulations for the safe transport of radioactive material, 1996 edition (revised) — Safety Standards Series No. TS-R-1 (ST-1, Revised)  
The radiological accident in Istanbul — Special Publication  
The radiological accident in Lilo — Special Publication

---

CUADRO A24. **(Cont.)**

The radiological accident in Yanango — Special Publication

**Seguridad de los desechos radiactivos**

Predisposal management of radioactive waste, including decommissioning — Safety Standards Series No. WS-R-2

Regulatory control of radioactive discharges to the environment — Safety Standards Series No. WS-G-2.3

Safety of radioactive waste management — Proceedings Series

---

**INSTALACIONES SOMETIDAS A LAS SALVAGUARDIAS DEL ORGANISMO O QUE CONTENÍAN MATERIAL SOMETIDO A SALVAGUARDIAS AL 31 DE DICIEMBRE DE 2000**

Estado <sup>a</sup>	Nombre abreviado de la instalación	Número de unidades de reactores	Ubicación	Arreglos subsidiarios en vigor	
<b>Reactores de potencia</b>					
Alemania	AVR	1	Jülich	—	
	KWG Grohnde	1	Grohnde	x	
	GKN-2	1	Neckarwestheim	x	
	RWE Biblis-A	1	Biblis	x	
	RWE Biblis-B	1	Biblis	x	
	KBR Brokdorf	1	Brokdorf	x	
	KKB Brunsbüttel	1	Brunsbüttel	x	
	KKE Emsland	1	Lingen	x	
	KKG Grafenrheinfeld	1	Grafenrheinfeld	x	
	KKI Isar-Ohu	1	Ohu bei Landshut	x	
	KKI Isar-2	1	Essenbach	x	
	KKK Krümmel	1	Geesthacht	x	
	RWE Mühlheim-Kärlich	1	Mühlheim-Kärlich	x	
	GKN Neckarwestheim	1	Neckarwestheim	x	
	KWO Obrigheim	1	Obrigheim	x	
	KKP Philippsburg-1	1	Philippsburg	x	
	KKP Philippsburg-2	1	Philippsburg	x	
	KRB II Gundremmingen B	1	Gundremmingen	x	
	KRB II Gundremmingen C	1	Gundremmingen	x	
	KKS Stade	1	Stade	x	
	KKU Unterweser	1	Unterweser	x	
	HKG-THTR 300	1	Hamm	—	
	KKW Greifswald 1	2	Lubmin	—	
	KKW Greifswald 2	2	Lubmin	—	
	KKW Greifswald 3	1	Lubmin	—	
	KKW Rheinsberg	1	Rheinsberg	x	
	Argentina	CN <sup>b</sup> Atucha	1	Lima	—
		CN <sup>b</sup> Embalse	1	Embalse	—
	Armenia	CN <sup>b</sup> Armenia	2	Medzamor	—
	Bélgica	BR3-Mol	1	Mol	x
		DOEL-1	2	Doel	x
		DOEL-3	1	Doel	x
		DOEL-4	1	Doel	x
Tihange-1		1	Tihange	x	
Tihange-2		1	Tihange	x	
Brasil	Tihange-3	1	Tihange	x	
	Admiral Alvaro Alberto (Angra-1)	1	Angra dos Reis	x	
	Admiral Alvaro Alberto (Angra-2)	1	Angra dos Reis	—	
Bulgaria	Kozloduy-I	2	Kozloduy	x	
	Kozloduy-II	2	Kozloduy	x	
	Kozloduy-III	2	Kozloduy	x	
Canadá	Bruce A	4	Tiverton	x	
	Bruce B	4	Tiverton	x	
	EG <sup>c</sup> Darlington	4	Bowmanville	x	
	Gentilly-2	1	Gentilly	x	
	EG <sup>c</sup> Pickering	8	Pickering	x	
	EG <sup>c</sup> Point Lepreau	1	Point Lepreau	x	
China	CN <sup>b</sup> Qinshan	1	Hai Yan	x	
Cuba	Juraguá	2	Juraguá	x	



Estado <sup>a</sup>	Nombre abreviado de la instalación	Número de unidades de reactores	Ubicación	Arreglos subsidiarios en vigor	
Eslovaquia	A1	1	Bohunice	x	
	EMO-1	2	Mochovce	—	
	V-1	2	Bohunice	x	
	V-2	2	Bohunice	x	
Eslovenia	Krško	1	Krško	x	
España	Almaraz-1	1	Almaraz	x	
	Almaraz-2	1	Almaraz	x	
	Ascó-1	1	Ascó	x	
	Ascó-2	1	Ascó	x	
	Cofrentes	1	Cofrentes	x	
	José Cabrera	1	Almonazid de Zorita	x	
	Santa María de Garona	1	Santa María de Garona	x	
	Trillo-1	1	Trillo	x	
	Vandellós 1	1	Vandellós	—	
	Vandellós 2	1	Vandellós	x	
	Filipinas	CN <sup>b</sup> Bataan	1	Morong, Bataan	x
	Finlandia	Loviisa	2	Loviisa	—
		TVO I	1	Olkiluoto	—
	Hungría	TVO II	1	Olkiluoto	—
PAKS-I		2	Paks	x	
India	PAKS-II	2	Paks	x	
	RAPS	2	Rajasthan	x	
Italia	TAPS	2	Tarapur	x	
	ENEL-Latina	1	Borgo-Sabotino	x	
Japón	ENEL-Caorso	1	Caorso	x	
	ENEL-Trino	1	Trino-Vercellese	x	
	Fugen	1	Tsuruga-shi, Fukui-ken	x	
	Fukushima Dai-Ichi-1	1	Futaba-gun, Fukushima-ken	x	
	Fukushima Dai-Ichi-2	1	Futaba-gun, Fukushima-ken	x	
	Fukushima Dai-Ichi-3	1	Futaba-gun, Fukushima-ken	x	
	Fukushima Dai-Ichi-4	1	Futaba-gun, Fukushima-ken	x	
	Fukushima Dai-Ichi-5	1	Futaba-gun, Fukushima-ken	x	
	Fukushima Dai-Ichi-6	1	Futaba-gun, Fukushima-ken	x	
	Fukushima Dai-Ni-1	1	Futaba-gun, Fukushima-ken	x	
	Fukushima Dai-Ni-2	1	Futaba-gun, Fukushima-ken	x	
	Fukushima Dai-Ni-3	1	Futaba-gun, Fukushima-ken	x	
	Fukushima Dai-Ni-4	1	Futaba-gun, Fukushima-ken	x	
Genkai-1	1	Higashimatsura-gun, Saga-ken	x		
Genkai-2	1	Higashimatsura-gun, Saga-ken	x		
Genkai-3	1	Higashimatsura-gun, Saga-ken	x		
Genkai-4	1	Higashimatsura-gun, Saga-ken	x		
Hamaoka-1	1	Ogasa-gun, Shizuoka-ken	x		
Hamaoka-2	1	Ogasa-gun, Shizuoka-ken	x		
Hamaoka-3	1	Ogasa-gun, Shizuoka-ken	x		
Hamaoka-4	1	Ogasa-gun, Shizuoka-ken	x		
Ikata-1	1	Nishiuwa-gun, Ehime-ken	x		
Ikata-2	1	Nishiuwa-gun, Ehime-ken	x		
Ikata-3	1	Nishiuwa-gun, Ehime-ken	x		
Joyo	1	Higashi-gun, Ibaraki-ken	x		
Kashiwazaki-1	1	Kashiwazaki-shi, Niigata-ken	x		
Kashiwazaki-2	1	Kashiwazaki-shi, Niigata-ken	x		
Kashiwazaki-3	1	Kashiwazaki-shi, Niigata-ken	x		
Kashiwazaki-4	1	Kashiwazaki-shi, Niigata-ken	x		

Estado <sup>a</sup>	Nombre abreviado de la instalación	Número de unidades de reactores	Ubicación	Arreglos subsidiarios en vigor
	Kashiwazaki-5	1	Kashiwazaki-shi, Niigata-ken	x
	Kashiwazaki-6	1	Kashiwazaki-shi, Niigata-ken	x
	Kashiwazaki-7	1	Kashiwazaki-shi, Niigata-ken	x
	Mihama-1	1	Mikata-gun, Fukui-ken	x
	Mihama-2	1	Mikata-gun, Fukui-ken	x
	Mihama-3	1	Mikata-gun, Fukui-ken	x
	Monju	1	Tsuruga-shi, Fukui-ken	x
	Ohi-1 y 2	2	Ohi-gun, Fukui-ken	x
	Ohi-3	1	Ohi-gun, Fukui-ken	x
	Ohi-4	1	Ohi-gun, Fukui-ken	x
	Onagawa-1	1	Oshika-gun, Miyaki-ken	x
	Onagawa-2	1	Oshika-gun, Miyaki-ken	x
	Sendai-1	1	Sendai-shi, Kagoshima-ken	x
	Sendai-2	1	Sendai-shi, Kagoshima-ken	x
	Shika	1	Hakui-gun, Ishikawa-ken	x
	Shimane-1	1	Yatsuka-gun, Shimane-ken	x
	Shimane-2	1	Yatsuka-gun, Shimane-ken	x
	Takahama-1	1	Ohi-gun, Fukui-ken	x
	Takahama-2	1	Ohi-gun, Fukui-ken	x
	Takahama-3	1	Ohi-gun, Fukui-ken	x
	Takahama-4	1	Ohi-gun, Fukui-ken	x
	Tokai-1	1	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	Tokai-2	1	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	Tomari-1	1	Furuu-gun, Hokkaido	x
	Tomari-2	1	Furuu-gun, Hokkaido	x
	Tsuruga-1	1	Tsuruga-shi, Fukui-ken	x
	Tsuruga-2	1	Tsuruga-shi, Fukui-ken	x
Kazajstán	BN-350	1	Aktau	—
Lituania	CN <sup>b</sup> Ignalina	2	Visaginas	x
México	Laguna Verde 1	1	Alto Lucero	x
	Laguna Verde 2	1	Alto Lucero	x
Países Bajos	Borssele	1	Borssele	x
	CN <sup>b</sup> Dodewaard	1	Dodewaard	x
Pakistán	KANUPP	1	Karachi	x
	Chasnupp-1	1	Kundian	—
República Checa	EDU-1	2	Dukovany	x
	EDU-2	2	Dukovany	x
	Temelin	2	Temelin	—
República de Corea	Kori-1	1	Pusan	x
	Kori-2	1	Pusan	x
	Kori-3	1	Pusan	x
	Kori-4	1	Pusan	x
	Ulchin-1	1	Ulchin	x
	Ulchin-2	1	Ulchin	x
	Ulchin-3	1	Ulchin	x
	Ulchin-4	1	Ulchin	x
	Wolsong-1	1	Kyongju	x
	Wolsong-2	1	Kyongju	x
	Wolsong-3	1	Kyongju	x
	Wolsong-4	1	Kyongju	x
	Younggwang-1	1	Younggwang	x
	Younggwang-2	1	Younggwang	x
	Younggwang-3	1	Younggwang	x
	Younggwang-4	1	Younggwang	x

Estado <sup>a</sup>	Nombre abreviado de la instalación	Número de unidades de reactores	Ubicación	Arreglos subsidiarios en vigor
República Popular Democrática de Corea	Nyongbyon-1	1	Nyongbyon	—
Rumania	Cernavoda-1	1	Cernavoda	—
Sudáfrica	Koeberg-1	1	Ciudad del Cabo	x
	Koeberg-2	1	Ciudad del Cabo	x
Suecia	Barsebäck 1	1	Malmö	—
	Barsebäck 2	1	Malmö	—
	Forsmark 1	1	Uppsala	—
	Forsmark 2	1	Uppsala	—
	Forsmark 3	1	Uppsala	—
	Oskarshamn 1	1	Oskarshamn	—
	Oskarshamn 2	1	Oskarshamn	—
	Oskarshamn 3	1	Oskarshamn	—
	Ringhals 1	1	Göteborg	—
	Ringhals 2	1	Göteborg	—
	Ringhals 3	1	Göteborg	—
	Ringhals 4	1	Göteborg	—
Suiza	KKB Beznau I	1	Beznau	x
	KKB Beznau II	1	Beznau	x
	KKG Gösgen	1	Gösgen-Däniken	x
	KKL Leibstadt	1	Leibstadt	x
	KKM Mühleberg	1	Mühleberg	x
Ucrania	CN <sup>b</sup> Chernóbil	3	Chernóbil	—
	Khmelnitski 1	1	Neteshin	—
	Rovno 1 y 2	2	Kuznetsovsk	—
	Rovno 3	1	Kuznetsovsk	—
	Ucrania del Sur 1	1	Yuzhnoukrainsk	—
	Ucrania del Sur 2	1	Yuzhnoukrainsk	—
	Ucrania del Sur 3	1	Yuzhnoukrainsk	—
	Zaporozhe 1	1	Energodar	—
	Zaporozhe 2	1	Energodar	—
	Zaporozhe 3	1	Energodar	—
	Zaporozhe 4	1	Energodar	—
	Zaporozhe 5	1	Energodar	—
	Zaporozhe 6	1	Energodar	—
<b>Reactores de investigación y conjuntos críticos</b>				
Alemania	BER-2	1	Berlín	x
	FH-Furtwangen	1	Furtwangen	x
	FRF-2	1	Frankfurt	x
	FRM	1	Garching	x
	GKSS-FRG1 y FRG2	2	Geesthacht	x
	KFA-FRJ2	1	Jülich	x
	SUR 100	1	Kiel	x
	SUR 100	1	Ulm	x
	SUR 100	1	Stuttgart	x
	SUR 100	1	Berlín	x
	SUR 100	1	Aachen	x
	Universidad Técnica AKR	1	Dresden	x
	Escuela Superior Téc. ZLR	1	Zittau	x
	Triga	1	Mainz	x
	MHH-Triga	1	Hannover	x

Estado <sup>a</sup>	Nombre abreviado de la instalación	Número de unidades de reactores	Ubicación	Arreglos subsidiarios en vigor
	DKFZ-Triga	1	Heidelberg	x
	Reactor investig. VKT	1	Rosendorf	x
Argelia	Reactor NUR	1	Algiers	—
	Reactor investig. Es Salam	1	Ain Oussera	—
Argentina	Reactor argentino-1	1	Constituyentes	x
	Reactor argentino-3	1	Ezeiza	x
	Reactor argentino-4	1	Rosario	x
	Reactor argentino-6	1	Bariloche	x
	Reactor argentino-0	1	Córdoba	x
	Reactor argentino-8	1	Pilcaniyeu	x
Australia	HIFAR	1	Lucas Heights	x
	MOATA	1	Lucas Heights	x
Austria	ASTRA	1	Seibersdorf	—
	Reactor Siemens Argonaut	1	Graz	—
	Triga II	1	Vienna	—
Bangladesh	Instituto de Invest. Atómica	1	Dhaka	x
Belarús	Sosny	1	Minsk	—
Bélgica	BR1-CEN	1	Mol	x
	BR2-CEN-BRO2	2	Mol	x
	CEN-Venus	1	Mol	x
	Thetis	1	Gent	x
Brasil	IEA-R1	1	São Paulo	—
	RIEN-1 Argonaut RR	1	Río de Janeiro	x
	IPR-RI-CDTN	1	Belo Horizonte	x
	Conjunto crítico IPEN	1	São Paulo	x
Bulgaria	IRT-2000	1	Sofía	x
Canadá	Biología, Química, Física	2	Chalk River	x
	McMaster	1	Hamilton	x
	NRU	1	Chalk River	x
	NRX	1	Chalk River	x
	Slowpoke-AECL	1	Ottawa	x
	Slowpoke-Dalhousie Univ.	1	Halifax	x
	Slowpoke-Ecole			
	Polytechnique	1	Montreal	x
	Slowpoke-Kingston	1	Kingston	x
	Slowpoke-Saskatchewan	1	Saskatoon	x
	Slowpoke-Univ. of Alberta	1	Edmonton	x
	DIF	1	Chalk River	—
Chile	La Reina	1	Santiago	x
	Lo Aguirre	1	Santiago	x
China	HTGR	1	Nankou	—
Colombia	IAN-R1	1	Bogotá	x
Dinamarca	DR-1	1	Roskilde	x
	DR-3	1	Roskilde	x
Egipto	RR-I	1	Inshas	x
	MPR	1	Inshas	—
Eslovenia	Triga II	1	Ljubljana	x
Estonia	Reactor Paldiski	1	Paldiski	—
Filipinas	PRR-1	1	Quezon City, Diliman	x
Finlandia	FIR 1	1	Espoo	—
Ghana	GHARR-1	1	Legon-Accra	x
Grecia	GRR-1	1	Attiki	x

Estado <sup>a</sup>	Nombre abreviado de la instalación	Número de unidades de reactores	Ubicación	Arreglos subsidiarios en vigor	
Hungría	Reactor de enseñanza	1	Budapest	x	
	WWR-S M 10	1	Budapest	x	
Indonesia	PPNY	1	Yogyakarta	x	
	RSG-GAS	1	Serpong	x	
	PPTN	1	Bandung	x	
Irán, República Islámica del	TRR	1	Teherán	x	
	HWZPR	1	Isfahán	x	
	MNSR	1	Isfahán	x	
Israel	IRR-1	1	Soreq	x	
Italia	AGN-201	1	Palermo	x	
	Poltec.	1	Milán	x	
	RTS-1	1	San Piero a Grado	x	
	TAPIRO	1	Santa Maria di Galeria	x	
	Triga-RC1	1	Santa Maria di Galeria	x	
	Triga-2	1	Pavia	x	
	Jamahiriya Árabe Libia	Reactor IRT	1	Tajura	x
	Jamaica	Centro de Cienc. Nucleares	1	Kingston	x
Japón	DCA	1	Oarai-machi, Ibaraki-ken	x	
	FCA	1	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x	
	HTR	1	Kawasaki-shi, Kanagawa-ken	x	
	HTTR	1	Higashi-gun, Ibaraki-ken	x	
	JMTR	1	Higashi-gun, Ibaraki-ken	x	
	JMTRCA	1	Higashi-gun, Ibaraki-ken	x	
	JRR-2	1	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x	
	JRR-3	1	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x	
	JRR-4	1	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x	
	Reactor Univ. Kinki	1	Higashiosaka-shi, Osaka-fu	x	
	KUCA	3	Osaka	x	
	KUR	1	Sennan-gun, Osaka	x	
	Reactor Musashi	1	Kawasaki-shi, Kanagawa-ken	x	
	NCA	1	Kawasaki-shi	x	
	NSRR	1	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x	
	React. Inves. Univ. Rikkyo	1	Nagasaka, Kanagawa-ken	x	
	TCA	1	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x	
	TODAI	1	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x	
	TTR	1	Kawasaki-shi, Kanagawa-ken	x	
	VHTRC	1	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x	
Kazajstán	React. Ensay. de Kurchatov	3	Semipalatinsk	—	
	WWR-K	1	Almaty	—	
Letonia	IRT	1	Riga	x	
Malasia	Puspati	1	Bangi, Selangor	x	
México	Triga Mark III	1	Ocoyoacac	x	
Noruega	HBWR-Halden	1	Halden	x	
	JEEP-II	1	Kjeller	x	
Países Bajos	HOR	1	Delft	x	
	HFR	1	Petten	x	
	LFR	1	Petten	x	
Pakistán	PARR-1	1	Rawalpindi	x	
	PARR-2	1	Rawalpindi	x	
Perú	RP-0	1	Lima	x	
	RP-10	1	Lima	x	

Estado <sup>a</sup>	Nombre abreviado de la instalación	Número de unidades de reactores	Ubicación	Arreglos subsidiarios en vigor
Polonia	Agata y Anna	2	Świerk	x
	Ewa	1	Świerk	x
	Maria	1	Świerk	x
Portugal	RPI	1	Sacavem	x
República Árabe Siria	MNSR	1	Damasco	x
República Checa	LR-O	1	Rež	x
	Reactor de enseñanza univers. VR-1P	1	Praga	x
	VVR-S	1	Rež	x
República de Corea	Triga II y III	2	Seúl	x
	Univ. de Kyunghee	1	Suwoon	x
	Hanaro	1	Taejon	x
República Democrática del Congo	Triga II	1	Kinshasa	x
República Popular Democrática de Corea	Conjunto crítico	1	Bungang-Ri, Nyongbyon	x
	IRT	1	Bungang-Ri, Nyongbyon	x
Rumania	Triga II	1	Pitești Colibași	x
	VVR-S	2	Magurele	x
Sudáfrica	SAFARI-1	1	Pelindaba	x
Suecia	Studsvik RR	2	Studsvik	—
Suiza	AGN 211P	1	Basilea	x
	Crocus	1	Lausana	x
	Proteus	1	Würenlingen	x
	Saphir	1	Würenlingen	x
Tailandia	TRR-1	1	Bangkok	x
Turquía	Centro de Enseñ. e Invest. Nucl. Çekmece	1	Estambul	x
	ITU-TRR Triga Mark II	1	Estambul	x
	Kiev RR	1	Kiev	—
Ucrania	IR-100 RR	1	Sebastopol	—
Uruguay	Centro Investigaciones Nucleares	1	Montevideo	x
	Photon	1	Tashkent	—
Uzbekistán	WWR-SM	1	Tashkent	—
	RV-I	1	Altos de Pipe	x
Viet Nam	Reactor de invest. Da Lat	1	Da Lat, Lam Dong	x
Yugoslavia, Rep. Fed. de	RA-RB	2	Vinča	x
<b>Plantas de conversión, incluidas las plantas piloto</b>				
Argentina	Inst. de producción de UF <sub>6</sub>		Pilcaniyeu	—
	Planta de conversión UO <sub>2</sub>		Córdoba	—
Canadá	CAMECO		Port Hope	x
Chile	Lab. exper. de conversión		Santiago	x
Japón	JCO		Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	Ningyo I+D		Tomata-gun, Okayama-ken	x
	PCDF		Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
México	Planta pil. de fabric. de comb.		Salazar	x
Rumania	Planta fabric. de polvos UO <sub>2</sub>		Feldioara	—
Sudáfrica	Planta de conversión		Pelindaba	x
	Planta de prod. UME-UF <sub>6</sub>		Pelindaba	x
Suecia	Ranstad Mineral		Ranstad	—

Estado <sup>a</sup>	Nombre abreviado de la instalación	Ubicación	Arreglos subsidiarios en vigor
<b>Plantas de fabricación de combustible, incluidas las plantas piloto</b>			
Alemania	Combustibles nucl. avanzados	Lingen	x
	Siemens MOX	Hanau	x
Argelia	UDEC	Draria Nuclear Site	—
Argentina	Planta experimental	Constituyentes	—
	Planta de fabric. de combustible	Ezeiza	x
	Planta de fabric. de combustible	Constituyentes	—
Bélgica	BN-MOX	Dessel	x
	FBFC	Dessel	x
	FBFC MOX	Dessel	—
Brasil	Planta de fabric. de combustible	Resende	x
Canadá	CRNL, fabricación de combustible	Chalk River	x
	Planta de fabric. de combustible	Chalk River	x
	GEC, Inc.	Toronto	x
	GEC, Inc.	Peterborough	x
	Zircatec	Port Hope	x
Chile	UMF	Santiago	x
Dinamarca	Metalurgia	Roskilde	x
Egipto	FMPP	Inshas	—
España	Planta de fabric. de combustible		
	ENUSA	Juzbado	—
India	Zona de montaje de fabricación de combustibles cerámicos	Hyderabad	x
	EFFP-NFC	Hyderabad	x
Indonesia	Instalación experimental de fabricación de elementos combustibles (IEBE)	Serpong	x
	Inst. de produc. de elementos combust. para reactores de investigación (IPEBRR)	Serpong	x
Irán, Rep Islámica del	Laboratorio de fabricación de combustible	Isfahán	—
Italia	Fabnuc	Bosco Marengo	x
Japón	JNF	Yokosuka-shi, Kanagawa-ken	x
	MNF	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	NFI (Kumatori-1)	Sennan-gun, Osaka	x
	NFI (Kumatori-2)	Sennan-gun, Osaka	x
	NFI Tokai	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	PFPF	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	PPFF	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
Kazajstán	Planta metalúrgica de Ulbinski	Kamenogorsk	—
República de Corea	Planta de fabric. de combustible		
	CANDU	Taejon	x
	KNFFP	Taejon	x
República Popular Democrática de Corea	Planta de fabricación de combustible nuclear	Nyongbyon	—
Rumania	Romfuei	Pitești Colibași	x
Sudáfrica	Fabricación de combustible MTR	Pelindaba	x
	Fabricación de combustible UPE	Pelindaba	x
Suecia	ABB	Västeras	—
<b>Plantas de reprocesamiento químico, incluidas las plantas piloto</b>			
Alemania	WAK	Eggenstein-Leopoldshafen	x
India	PREFRE	Tarapur	x

Estado <sup>a</sup>	Nombre abreviado de la instalación	Ubicación	Arreglos subsidiarios en vigor
Italia	EURE	Saluggia	x
	ITREC-Trisaia	Rotondella	x
Japón	Planta de reelaboración Tokai	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
República Popular Democrática de Corea	Laboratorio radioquímico	Bungang-Ri, Nyongbyon	—

**Además, los siguientes lugares e instalaciones de I+D están vinculados con la tecnología de reprocesamiento:**

Argentina	Lapep	Buenos Aires	—
	División de productos de fisión	Ezeiza	—
Brasil	Proyecto de reprocesamiento	São Paulo	—
Indonesia	RMI	Serpong	—
Japón	SCF	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	JAERI Tokai I+D	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	JNC Tokai I+D	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	Sumitomi Met. Mining	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x

**Plantas de enriquecimiento, incluidas las plantas piloto**

Alemania	UTA-1	Gronau	x
Argentina	Planta de enriquec. de Pilcaniyeu	Pilcaniyeu	—
Brasil	Planta de enriquec. (primera cascada)	Resende	—
	Laboratorio de enriquecimiento	Ipero	—
	Planta piloto de enriquec. de uranio	São Paulo	—
	Laboratorio de espectroscopia láser	San Jose dos Campos	—
China	Shaanxi	Han Zhang	—
Japón	Planta de enriquecimiento de uranio	Tomata-gun, Okayama-ken	x
	Planta de enriquecimiento Rokkasho	Kamikita-gun, Aomori-ken	x
Países Bajos	URENCO	Almelo	x
Reino Unido	Planta URENCO E22, E23 y A3	Capenhurst	x

**Además, los siguientes lugares e instalaciones de I+D están vinculados con la tecnología de enriquecimiento:**

Alemania	Urenco	Jülich	—
Brasil	Laboratorio de UF <sub>6</sub>	Belo Horizonte	—
Japón	Industrias Químicas Asahi	Hyuga-shi, Miyazaki-ken	x
	Laboratorio Hitachi	Hitachi-shi, Ibaraki-ken	x
	JAERI Tokai I+D	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	NDC U-Lab.	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	JNC Tokai I+D	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	Centro de I+D Toshiba	Kawasaki-shi, Kanagawa-ken	x
	CTF	Kitakami-gun, Amori-ken	x
Países Bajos	Urenco	Almelo	x

**Instalaciones de almacenamiento por separado**

Alemania	Bundeslager	Wolfgang	—
	ANF UF <sub>6</sub> Lager	Lingen	x
	KFA AVR BL	Jülich	—
	KFA AVR	Jülich	x
	BZA-Ahaus	Ahaus	—
	NCS-Lagerhalle	Hanau	—
	Energiewerke Nord GmbH	Lubmin	x
	Energiewerke Nord-ZLN	Lubmin	—



Estado <sup>a</sup>	Nombre abreviado de la instalación	Ubicación	Arreglos subsidiarios en vigor
	Transportbehälterlager	Gorleben	—
	TR Halle 87	Rosendorf	—
	Kernmateriallager	Rosendorf	—
Argentina	Almacén central	Ezeiza	x
	Almacén central	Constituyentes	x
	Almacén de material nuclear	Constituyentes	—
Armenia	Almacén en seco de combust. gastado	Metsamor	—
Australia	Cámara de almacenamiento	Lucas Heights	x
Bélgica	Belgoprocess	Dessel	x
	Elbel	Beveren	—
	Instalación de almac. en húmedo	Tihange	—
Brasil	Almacenes Aramar (2 unidades)	Ipero	—
	Instalación de producción de UF <sub>6</sub>	São Paulo	—
Bulgaria	Almacenamiento a largo plazo	Kozloduy	x
Canadá	Material nuclear	Chalk River	x
	Silo de combustible gastado	Chalk River	x
	Almacén en seco Douglas Point	Tiverton	x
	Gentilly-1	Gentilly	x
	Almacén de combustible gastado	Chalk River	x
	Investigaciones AECL	Pinawa	x
	PUFDSF	Pickering	x
Dinamarca	Almacén Risø	Roskilde	x
	Desechos Risø	Roskilde	—
Eslovaquia	AFRS	Bohunice	x
Estados Unidos de América	Cámara de almacenamiento de Pu	Hanford, WA	—
	Planta Y-12	Oak Ridge, TN	x
	Cámara de almacenamiento	Golden, CO	—
Federación de Rusia	Mashinostroitel'nyi Zavod	Ehlektrostal	—
Finlandia	Almacén TVO-KPA	Olkiluoto	—
Francia	Cogéma UP2 y UP3	La Hague	x
Hungría	Almacén central de radiocleidos	Budapest	x
	MVDS	Paks	x
India	AFR	Tarapur	x
Indonesia	TC e ISFSF	Serpong	—
Iraq	Tuwaitha Ubicación C	Tuwaitha	—
Italia	Depósito Compes.	Saluggia	x
	Central nuclear Eссор	Ispra	—
	Almacén Eссор	Ispra	x
	Centro de investigaciones	Ispra	—
Japón	KUFFS	Kyoto	x
	Fukushima Dai-Ichi SFS	Futaba-gun, Fukushima-ken	x
	JAERI Mutsu	Mutsu-shi, Aomori-ken	x
	RSFS	Kamikita-gun, Aomori-ken	x
Kazajstán	Almacén de torio de Ulbinski	Kamenogorsk	—
Lituania	Almacén de combust. gastado en seco	Visaginas	—
Países Bajos	Almacén Covra	Vlissingen	—
Pakistán	Almacén Hawks Bay	Karachi	x
Portugal	Instalación de almacenamiento	Sacavem	x
Reino Unido	Almacén de material nuclear especial 9	Sellafield	x
	Almacén de plutonio Thorp	Sellafield	—

Estado <sup>a</sup>	Nombre abreviado de la instalación	Ubicación	Arreglos subsidiarios en vigor
República Checa	Almacenamiento Škoda	Bolevec	x
	Almacén de desechos de actividad alta	Rež	—
	ISFS Dukovany	Dukovany	—
República Popular Democrática de Corea	Almacenamiento de combustible nuclear	Bungang-Ri, Nyongbyon	—
Sudáfrica	Almacén de desechos	Pelindaba	—
	Instalación de almacenam. a granel	Pelindaba	x
	Cámara de almacenamiento UME	Pelindaba	x
	Thabana pipe store	Pelindaba	x
	Planta Z	Pelindaba	x
	Edificio E	Valindaba	—
	Instalación de almacenam. Koeberg Castor	Ciudad del Cabo	—
Suecia	Almacén central a largo plazo	Oskarshamn	—
Ucrania	Almacén de Chernóbil	Chernóbil	—
<b>Otras instalaciones</b>			
Alemania	KFA-heisse Zellen	Jülich	x
	KFK-heisse Zellen	Eggenstein-Leopoldshafen	x
	Siemens heisse Zellen	Karlstein	x
	KFA Lab.	Jülich	x
	Transuran	Eggenstein-Leopoldshafen	x
	VKT. Tec. ZTR	Rosendorf	x
Argentina	Instalación Alpha	Constituyentes	—
	Planta experimental de conv. a UO <sub>2</sub>	Córdoba	—
	Lab. de recup. de uranio enriquecido	Ezeiza	—
	Div. de productos de fisión	Ezeiza	x
	Planta de fabricación de combustible	Ezeiza	—
	LFR	Buenos Aires	—
	Planta de fabric. de polvos de uranio	Constituyentes	—
Australia	Laboratorio Triple Altura	Ezeiza	—
	Laboratorio de investigación	Lucas Heights	x
Bélgica	IRMM-Geel	Geel	x
	CEN-Labo	Mol	x
	CEN-Desechos	Dessel	—
	I.R.E.	Fleurus	x
	CEN-lab. Pu	Mol	x
Brasil	Unidad de coord. de tec. de combustibles	São Paulo	x
	Laboratorio de isótopos	São Paulo	—
	Proyecto de uranio metálico	São Paulo	—
	Laboratorio de material nuclear	Ipero	—
	Lab. de desarrollo de instrum. y combustibles nucleares	São Paulo	—
	Proyecto de reconversión	São Paulo	—
	Proyecto de reprocesamiento	São Paulo	x
	Almacén de salvaguardias	São Paulo	x
	B&W NNFD	Lynchburg, VA	—
Instalación 179BWXT	Lynchburg, VA	—	
Estonia	Balti ES	Narva	—
Hungría	Instituto de isótopos	Budapest	x
Indonesia	RMI	Serpong	x

Estado <sup>a</sup>	Nombre abreviado de la instalación	Ubicación	Arreglos subsidiarios en vigor
Irán, Rep. Islámica del	LWSCR	Isfahán	x
	GSCR	Isfahán	—
Italia	CNEN-LAB. PU.	Santa Maria di Galeria	x
Japón	JAERI-Oarai I+D	Higashi-gun, Ibaraki-ken	x
	JAERI-Tokai I+D	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	Kumatori I+D	Sennan-gun, Osaka	x
	Mitsui Iwakuni-Ohtake	Kuga-gun, Yamaguchi	x
	Mitsui Toatsu	Takai-shi, Osaka-fu	x
	NDC Fuel Hot Lab.	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	NDC Laboratorios de combustible	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	NERL, Universidad de Tokio	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	NFD	Higashi-gun, Ibaraki-ken	x
	NFI Tokai-2	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	NRF Instalación de rad. neutrónica	Tsukuba-shi, Ibaraki-ken	x
	PNC FMF	Higashi-gun, Ibaraki-ken	x
	PNC IRAF	Higashi-gun, Ibaraki-ken	x
	PNC-Oarai I+D	Higashi-gun, Ibaraki-ken	x
	PNC-Tokai I+D	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	SCF	Tokai-Mura, Ibaraki-ken	x
	Showa-Kawasaki	Kawasaki-shi, Kanagawa-ken	x
Sumitomo-Chiba	Sodegaura-shi, Chiba-ken	x	
Laboratorio de material de uranio	Higashi-gun, Ibaraki-ken	x	
Noruega	Laboratorios de investigación	Kjeller	x
Países Bajos	ECN y JRC	Petten	x
Polonia	Instit. de Química e Ingeniería Nucleares	Warsaw	—
	Instituto de Investigaciones Nucleares	Świerk	x
República Checa	Inst. de combustible nuclear (UJP)	Zbraslav	x
	Laboratorios de investigación	Rež	x
República de Corea	PIEF	Taejon	x
	Planta de acrilonitrilo	Ulsan	x
	DFDF	Taejon	x
	DUF 4	Taejon	—
	HFFL	Taejon	x
	IMEF	Taejon	x
	KAERI I+D	Taejon	—
República Popular Democrática de Corea	Conjunto subcrítico	Pyongyang	x
Sudáfrica	Planta piloto de enriquecimiento clausurada	Pelindaba	x
	Descontam. y recuperación de desechos	Pelindaba	x
	Complejo de celdas calientes	Pelindaba	x
	Planta de tratamiento de metales de uranio natural y uranio empobrecido	Pelindaba	x
	Suiza	EIR	Würenlingen
	CERN	Ginebra	x
Turquía	Planta piloto de combustible nuclear	Estambul	x
Ucrania	Refugio de la Unidad 4 de Chernóbil	Chernóbil	—
	Depósito Khmel'nitski FF	Neteshin	—
	KHFTI	Kharkov	—
	Depósito Rovno FF	Kuznetsovsk	—
	Depósito Ucrania del Sur	Yuzhnoukrainsk	—

Estado <sup>a</sup>	Nombre abreviado de la instalación	Ubicación	Arreglos subsidiarios en vigor
	Depósito Zaporozhe FF	Energodar	—
	Conjunto subcrítico de Sebastopol	Sebastopol	—
<b>Instalaciones no nucleares</b>			
Cuba	Almacén de equipo	Prov. de La Habana	—

<sup>a</sup> La inscripción en esta columna no significa que el Organismo exprese opinión alguna acerca de la situación jurídica de ningún país, territorio o de sus autoridades o con respecto al trazado de sus fronteras.

<sup>b</sup> CN: central nuclear.

<sup>c</sup> EG: estación generadora.

**Nota:** El Organismo también aplicaba salvaguardias en Taiwan (China) en seis reactores de potencia, cinco reactores de investigación/conjuntos críticos, una planta piloto de conversión de uranio, dos plantas de fabricación de combustible, dos instalaciones de almacenamiento y una instalación de I+D.

**Back**

## PROYECTOS COORDINADOS DE INVESTIGACION

### Energía nucleoelectrónica

Establecimiento de una base de datos sobre propiedades termofísicas de materiales de los LWR y HWR: 1999-2003

Evaluación del comportamiento de reactores refrigerados por gas a alta temperatura: 1998-2002

Soluciones de gestión de la información para la aplicación del enfoque sistemático de la capacitación (ESC): 2000-2003

Intercomparación de técnicas para la inspección de tubos de presión y el diagnóstico: 1998-2001

Mecanismo producido por el efecto del níquel en la fragilización de materiales de la vasija de presión del reactor: 2000-2003

Enfoques nacionales para correlacionar las metas del comportamiento y el presupuesto de explotación y mantenimiento de las centrales nucleares: 1999-2003

Sistemas codificados para paradas de centrales nucleares: 1999-2000

Optimización del acoplamiento de reactores nucleares a sistemas de desalación: 1998-2001

Potencial de los ciclos del combustible basados en el torio para restringir el plutonio y reducir la toxicidad de los desechos a largo plazo: 1995-2000

Base científica y soluciones técnicas para evaluaciones efectivas de costos de los sistemas de instrumentación y control basados en programas informáticos: 1999-2003

Aplicación de los resultados de los programas de vigilancia a la evaluación de la integridad de la vasija de presión de los reactores: 2000-2003

Códigos y métodos actualizados para reducir las incertidumbres de cálculo de los efectos de la reactividad de los reactores rápidos refrigerados por metal líquido: 1999-2003

Empleo del ciclo del combustible basado en el torio en sistemas accionados por acelerador para incinerar plutonio y reducir la toxicidad de los desechos a largo plazo: 1996-2000

### Ciclo del combustible nuclear y tecnología de los desechos

Envejecimiento de materiales en instalaciones de almacenamiento de combustible gastado: 1999-2003

Análogos antropógenos y su uso para fomentar la confianza con respecto a la disposición final en medios geológicos de desechos radiactivos de actividad alta y de período largo: 1999-2003

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: 1998-2002

Métodos combinados de tratamiento de desechos radiactivos líquidos: 1997-2001

Corrosión en el agua de las vainas de aluminio del combustible gastado de reactores de investigación: 1995-2000

Técnicas de clausura de reactores de investigación: 1997-2001

Evaluación de los aspectos de seguridad, medio ambiente y no proliferación del fraccionamiento y transmutación de actínidos y productos de fisión: 1996-2000

Degradación inducida por hidrógeno e hidruros de las propiedades físicas y mecánicas de las aleaciones a base de circonio: 1998-2003

Comportamiento a largo plazo de bultos de desechos de actividad baja e intermedia en condiciones de repositorio: 1997-2002

Modelización del transporte de sustancias radiactivas en el circuito primario de reactores refrigerados por agua: 1996-2001

Evaluación e investigación del comportamiento del combustible gastado: 1997-2002

Desarrollo tecnológico y prácticas de vigilancia en línea de la química del agua en relación con el comportamiento del combustible y el transporte de radiactividad: 1995-2000

Tecnologías y métodos para la estabilización y aislamiento a largo plazo de colas de tratamiento de uranio: 2000-2004

Tratamiento de efluentes líquidos provenientes de minas y plantas de tratamiento de uranio durante y después de la explotación: 1996-2001

---

## Evaluación comparativa de las fuentes de energía

Estimación de los costos externos relacionados con la producción de electricidad en los países en desarrollo utilizando un enfoque simplificado: 1999-2001

Impacto de los requisitos infraestructurales en la competitividad de la energía nucleoelectrónica: 1999-2002

El papel de la energía nuclear y otras opciones energéticas para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero: 1999-2001

## Agricultura y alimentación

Método molecular y genético para la creación de cepas de sexaje destinadas a la aplicación sobre el terreno en programas basados en la técnica de los insectos estériles: 1994-2001

Métodos alternativos a la cromatografía en fase gaseosa y en fase líquida de alta resolución para el análisis de residuos de plaguicidas en cereales: 1997-2002

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: 1995-2001

Evaluación de la eficacia de las estrategias de vacunación contra la enfermedad de Newcastle y la enfermedad de Gumboro con el empleo de tecnologías de inmunoanálisis para aumentar la producción de aves de corral en África: 1998-2002

Automatización de la cría en masa de la mosca tsetsé para su utilización en programas de la técnica de insectos estériles: 1994-2001

Biología y biotecnología celulares, incluso técnicas de mutación, para la creación de nuevos genotipos útiles del plátano: 1994-2001

Clasificación de sistemas de suelos sobre la base de factores de transferencia de los radionucleidos del suelo a plantas de referencia: 1998-2003

Determinación de perfiles de patógenos bacterianos humanos en alimentos destinados a la exportación mediante la introducción de análisis microbiológicos de calidad garantizada: 1998-2003

Metodologías para de evaluación, validación y normalización para el uso de las técnicas PCR y PCR-ELISA en el diagnóstico y vigilancia de programas de control y erradicación de la tripanosomiasis: 1999-2004

Desarrollo y validación de métodos normalizados a fin de utilizar la reacción en cadena de la polimerasa y tecnologías moleculares conexas para el diagnóstico rápido y mejorado de enfermedades de los animales: 1997-2001

Desarrollo de atrayentes mejorados y su integración en los programas de gestión de la técnica de los insectos estériles para la mosca de la fruta: 2000-2006

Establecimiento de prácticas de gestión de sistemas de producción agrícola sostenible en suelos ácidos tropicales mediante el empleo de técnicas nucleares y conexas: 1999-2004

Perfeccionamiento de la técnica de los insectos estériles por transformación genética de artrópodos utilizando técnicas nucleares: 1994-2002

Evaluación del empleo de técnicas nucleares en la colonización y producción de enemigos naturales de las plagas de insectos agrícolas: 1999-2004

Evaluación de métodos analíticos para determinar la contaminación de alimentos y piensos con micotoxinas: 1998-2003

Aplicaciones genéticas para mejorar la técnica de los insectos estériles para el control/erradicación de la mosca tsetsé: 1997-2003

Mejoramiento genético de cultivos subutilizados y abandonados en países de bajos ingresos deficitarios de alimentos mediante técnicas de irradiación y conexas: 1998-2003

Mejora de atrayentes para incrementar la eficacia de las operaciones de supresión de la mosca tsetsé y de los sistemas de contención utilizados en las campañas de control/erradicación de dicha mosca: 1994-2002

Mejoramiento de árboles frutales tropicales y subtropicales mediante mutaciones inducidas y biotecnología: 2000-2005

La irradiación como tratamiento fitosanitario de los alimentos y productos agrícolas: 1998-2003

---

Gestión de nutrientes y agua en zonas de secano áridas y semiráridas para aumentar la producción agrícola: 1997-2002

Caracterización molecular de genes mutados mediante el control de los rasgos importantes para el mejoramiento de cultivos de semilla: 1999-2004

Vigilancia de la pleuroneumonía bovina contagiosa en África utilizando inmunoanálisis enzimáticos: 1997-2002

Análisis mutacional de caracteres de raíces de plantas caducifolias en relación con el comportamiento de las plantas: 1999-2004

Garantía de calidad en la producción y suelta en masa de moscas de la fruta: 1999-2004

Control de calidad de productos plaguicidas: 2000-2005

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: 1995-2000

Utilización de proteínas no estructurales del virus de la fiebre aftosa para diferenciar los animales vacunados de los infectados: 1999-2004

Empleo de técnicas nucleares y colorimétricas para medir el suministro de proteína microbiana derivado de recursos de piensos locales en el ganado rumiante: 1996-2001

Empleo de técnicas nucleares y conexas para desarrollar análisis sencillos del tanino a fin de pronosticar y aumentar la seguridad y eficiencia de la alimentación de rumiantes a base del follaje de árboles taniníferos: 1998-2003

Utilización de técnicas nucleares con el fin de desarrollar prácticas de gestión integrada de nutrientes y agua para sistemas de agrosilvicultura: 1998-2005

Validación de métodos de selección por cromatografía de capa fina para el análisis de residuos de plaguicidas (en hortalizas): 1996-2001

### Sanidad humana

Aplicación de técnicas nucleares en la prevención de enfermedades degenerativas (obesidad y diabetes no dependiente de insulina) durante el envejecimiento: 1998-2002

Aspectos de radiobiología aplicables a la radioterapia clínica: aumento del número de fracciones por semana: 1998-2005

Evaluación de la cantidad y los efectos para la salud de la materia particulada transportada por el aire en las industrias de la minería y de la refinación y tratamiento de metales con empleo de técnicas nucleares y técnicas analíticas conexas: 1996-2000

Utilización de la tomografía computarizada ósea por emisión de fotón único en el tratamiento de pacientes con dolores dorsales inexplicados: 1997-2000

Aplicación clínica de radiosensibilizadores en la radioterapia del cáncer: 1994-2001

Comparación de programas informáticos de aplicaciones clínicas en laboratorios de medicina nuclear mediante fantomas informáticos desarrollados por el OIEA y COST-B2: 1999-2003

Evaluación comparativa de las modalidades de teleterapia: 2001-2002

Evaluación comparativa de tomografía computarizada del cerebro en fase ictal por emisión de fotón único, imágenes por resonancia magnética y tomografía computarizada de rayos X del cerebro en el tratamiento de pacientes con ataques de epilepsia refractaria: 2000-2003

Comparación de estudios internacionales de osteoporosis con empleo de técnicas isotópicas: 1994-2000

Desarrollo y validación de un sistema de comunicación de medicina nuclear basado en Internet sobre estudios clínicos y técnicos: 1998-2001

Elaboración de un código de práctica para la determinación de las dosis en haces de fotones, electrones y protones basada en patrones de medición de la dosis absorbida en agua: 1997-2002

Establecimiento de un programa de garantía de calidad de la dosimetría en radioterapia en los países en desarrollo: 1995-2000

---

Desarrollo de un juego (kit) serológico mejorado para el diagnóstico de la enfermedad de Chagas utilizando métodos de radionucleidos: 1999-2001

Dosimetría en radiología de diagnóstico de rayos X: Un código de práctica internacional: 2000-2003

Biodosimetría por resonancia paramagnética de electrones: 1998-2000

Evaluación de los radiofármacos basados en tecnecio 99 m en el diagnóstico y control de pacientes con cáncer de mama: 1997-2000

Correlación genotipo/fenotipo en la talasemia y la distrofia muscular: 1998-2000

Estudio por técnicas nucleares de los efectos en la salud del ciclo del mercurio en ambientes contaminados: 1999-2004

Marcadores del virus de inmunodeficiencia humana en pacientes con cáncer de cuello del útero tratadas con radioterapia: 1999-2001

Obtención de imágenes in vivo para estudios de infecciones e inflamaciones: 1997-2000

Terapia intravascular con radionucleidos utilizando radiofármacos emisores de partículas beta para la prevención de la restenosis luego de angioplastia coronaria transluminal percutánea: 2000-2004

Evaluaciones isotópicas en la supervisión del crecimiento infantil: 1999-2002

Producción y evaluación local de reactivos primarios para el radioinmunoanálisis de a-fetoproteína: 1997-2000

Tratamiento del cáncer de hígado con métodos de radionucleidos haciendo especial hincapié en la terapia radioconjugada transarterial y en la dosimetría interna: 2000-2005

Tipificación molecular de cepas de micobacterias en el control de la tuberculosis resistente a multidrogas: 1997-2000

Caracterización radioquímica, química y física de partículas radiactivas en el medio ambiente: 2000-2005

Radioinmunoanálisis de productos finales de glicación avanzada en el tratamiento a largo plazo de la diabetes mellitus: 2000-2004

Prueba clínica aleatoria de radioterapia combinada con mitomicina C en el tratamiento de tumores avanzados de la cabeza y el cuello: 1994-2003

Proyecto de hombre de referencia asiático (Fase 2): ingestión y contenido en los órganos de oligoelementos de importancia para protección radiológica (ACR): 1995-2000

Hipertermia regional combinada con radioterapia para cánceres localmente avanzados: 1997-2002

Relación entre la infección recurrente del tracto respiratorio inferior, el reflujo gastroesofágico y el asma bronquial en niños: 1999-2003

Relación entre el reflujo vesicouretral, la pielonefritis y la erosión renal en niños con infección recurrente del tracto urinario utilizando técnicas de medicina nuclear: 1997-2000

Importancia de la carga vital y el tipo de virus en la hepatitis B y C para el estudio de la patogénesis y la eficacia del tratamiento: 1999-2002

Utilización de técnicas isotópicas para examinar la importancia de las infecciones y otros traumas en la primera infancia respecto de la morbilidad debida a la diarrea, la asimilación deficiente y la insuficiencia del crecimiento: 1999-2003

Empleo de la radioterapia del cáncer en estado avanzado: 1995-2000

Validación y aplicación de plantas como biomonitores de la contaminación atmosférica por oligoelementos, analizadas por técnicas nucleares y conexas: 1997-2002

#### **Medio ambiente marino, recursos hídricos e industria**

Aplicación de técnicas isotópicas en la evaluación de sistemas de acuíferos en grandes zonas urbanas: 1997-2000

Aplicación de isótopos para la evaluación del comportamiento de los contaminantes en zonas no saturadas para la protección de las aguas subterráneas: 2000-2003

Preparación de agentes basados en el tecnecio 99 m para la formación de imágenes de receptores del sistema nervioso central: 1995-1999



Elaboración de juegos (kits) para el análisis radioinmunométrico de marcadores de tumores: 1998-2000

Elaboración de juegos (kits) de radiofármacos de tecnecio 99 m para la formación de imágenes de infecciones: 2000-2003

Desarrollo de biomoléculas radiomarcadas para la detección del cáncer con fines de radioterapia dirigida: 1997-2001

Respuesta isotópica a los cambios dinámicos en sistemas de aguas subterráneas debidos a su explotación prolongada: 1997-2000

Empleo de técnicas isotópicas en la evaluación de aguas subterráneas profundas de movimiento lento y su posible aplicación en la evaluación de emplazamientos de disposición final de desechos: 1997-2000

Composición isotópica de las precipitaciones en la Cuenca del Mediterráneo en relación con el régimen de circulación del aire y con el clima: 2000-2004

Técnicas analíticas nucleares para investigaciones arqueológicas: 1996-2000

Optimización de los procedimientos de síntesis y de control de calidad para la preparación de péptidos marcados con yodo 123 y flúor 18: 1997-2000

Orígenes de la salinidad e impactos en los recursos de aguas subterráneas: Optimización de las técnicas isotópicas: 2000-2005

Dinámica del transporte de radionucleidos en los recursos de agua dulce: 1997-2000

Tecnología de radiotrazadores para estudios de operaciones unitarias y la optimización de procesos unitarios: 1998-2000

Estudios de evaluación de sedimentación mediante radionucleidos ambientales y su aplicación a las medidas de conservación del suelo: 1995-2000

Blancos sólidos de alta corriente, estandarizados, para producción en ciclotrón de radionucleidos con fines de diagnóstico y terapéuticos: 2000-2003

Empleo de técnicas isotópicas para investigar los fluidos ácidos en la explotación geotérmica: 1998-2001

Empleo del tratamiento por irradiación para la esterilización o descontaminación de fármacos y materias primas para fármacos: 1999-2001

Empleo de trazadores e isótopos estables en estudios de la contaminación de aguas superficiales: 1997-2000

Validación de técnicas nucleares para el análisis de metales preciosos y raros en concentrados minerales: 1997-2000

Validación de protocolos para la evaluación de la corrosión y de los depósitos en tuberías por radiografías: 1997-2000

Estudios de la radiactividad marina a escala mundial: 1998-2001

### **Ciencias físicas y químicas**

Aplicación de haces de iones de MeV para la elaboración y caracterización de materiales semiconductores: 1997-2000

Aplicación de técnicas nucleares en la identificación de minas terrestres antipersonales: 1999-2002

Aplicaciones y desarrollo de la dispersión neutrónica de ángulo pequeño: 2000-2003

Datos sobre interacciones atómicas y plasma-pared para la modelización del plasma de un reactor de fusión: 1995-2000

Análisis del hidrógeno contenido en una masa utilizando neutrones: 1997-2000

Datos de secciones eficaces de intercambio de carga para estudios de plasma de fusión: 1997-2002

Comparación de configuraciones toroidales compactas: 1998-2002

Desarrollo y aplicaciones de la espectrometría de partículas alfa: 2000-2004

Preparación de agentes basados en el tecnecio 99 m para la formación de imágenes de receptores del sistema nervioso central: 1995-2000

Elaboración de una base de datos para análisis por activación neutrónica de rayos gamma: 1999-2003

Elaboración de instrumentos y herramientas informáticos para corrección de desperfectos: 1996-2000

---

Elaboración de juegos (kits) para el análisis radioinmunométrico de marcadores de tumores: 1998-2000

Elaboración de juegos (kits) de radiofármacos de tecnecio 99 m para la formación de imágenes de infecciones: 2000-2003

Elementos del diseño de centrales nucleares para energía de fusión inercial: 2000-2005

Datos de producción de productos de fisión necesarios para la transmutación de desechos nucleares actínidos de menor importancia: 1997-2001

Aplicaciones in situ de técnicas de fluorescencia por rayos X: 2000-2004

Técnicas analíticas nucleares para investigaciones arqueológicas: 1996-2000

Ensayo de parámetros nucleares modelo para la evaluación de datos nucleares (Biblioteca de parámetros de entrada de referencia: Fase II): 1998-2002

Optimización de los procedimientos de síntesis y de control de calidad para la preparación de péptidos marcados con yodo 123 y flúor 18: 1997-2000

Actualización de normas sobre datos de desintegración de rayos X y gamma para la calibración de detectores: 1998-2002

Utilización de técnicas de haces de iones para análisis de elementos de luz en películas delgadas, incluido el perfilamiento en profundidad: 2000-2003

Validación de técnicas nucleares para el análisis de metales preciosos y raros en concentrados minerales: 1997-2000

Proyecto de actualización de biblioteca WIMS: 1998-2001

### Seguridad nuclear

Elaboración y aplicación de indicadores para la vigilancia del comportamiento con respecto a la seguridad operacional de centrales nucleares: 1999-2003

Investigación de metodologías para el análisis de incidentes: 1997-2000

Ejercicio cíclico sobre fragilización y recocido por irradiación de metales para la soldadura de vasijas de presión de reactores refrigerados y moderados por agua WWER-440: 1996-2001

Seguridad de las centrales RBMK en relación con sucesos externos: 1997-2002

### Seguridad radiológica

Gravedad de accidentes ocurridos durante el transporte aéreo de materiales radiactivos: 1998-2001

Investigación de métodos y procedimientos apropiados para la aplicación de las técnicas de evaluación probabilista de la seguridad de importantes fuentes de radiación: 2000-2003

Biodosimetría citogenética: 1998-2002

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: 1997-2001

Calidad de las imágenes y optimización de la dosis administrada a pacientes en procedimientos de mamografía en los países de Europa oriental: 1999-2003

Limitaciones de las evaluaciones radioepidemiológicas en el caso de los efectos estocásticos de la radiación, en relación con la protección radiológica: 1994-2000

### Seguridad de los desechos radiactivos

Métodos de evaluación y elaboración de modelos de la biosfera (BIOMASS): 1998-2002

Formulación de enfoques para comparar las posibles repercusiones de los desechos provenientes de tecnologías de generación de electricidad: 1997-2000

Mejoramiento de las metodologías de evaluación de la seguridad para instalaciones de disposición final de desechos radiactivos cerca de la superficie: 1997-2000

Uso de indicadores de seguridad seleccionados (concentraciones, flujos) en la evaluación de la disposición final de desechos radiactivos: 2000-2005

**Back**

## PUBLICACIONES EN 2000

### Energía nucleoelectrónica

- Analysis phase of systematic approach to training (SAT) for nuclear plant personnel — IAEA-TECDOC-1170
- Desalination Economic Evaluation Program (DEEP) (user's manual) — Computer Manual Series No. 14
- Economic evaluation of bids for nuclear power plants — Technical Reports Series No. 396
- Effective handling of software anomalies in computer based systems at nuclear power plants — IAEA-TECDOC-1140
- Examining the economics of seawater desalination using the DEEP code — IAEA-TECDOC-1186
- Experimental tests and qualification of analytical methods to address thermohydraulic phenomena in advanced water cooled reactors — IAEA-TECDOC-1149
- Guidance for preparing user requirements documents for small and medium reactors and their application — IAEA-TECDOC-1167
- Heat transport and afterheat removal for gas cooled reactors under accident conditions — IAEA-TECDOC-1163
- Irradiation damage in graphite due to fast neutrons in fission and fusion systems — IAEA-TECDOC-1154
- LMFR core thermohydraulics: status and prospects — IAEA-TECDOC-1157
- Management of ageing of instrumentation and control equipment in nuclear power plants — IAEA-TECDOC-1147
- Nuclear power reactors in the world — Reference Data Series No. 2
- Quality assurance for software important to safety — Technical Reports Series No. 397
- Quality assurance standards comparison between IAEA 50-C/SG-Q and ISO 9001:1994 — IAEA-TECDOC-1182
- Small power and heat generation systems on the basis of propulsion and innovative reactor technologies — IAEA-TECDOC-1172
- Status of non-electric nuclear heat applications: technology and safety — IAEA-TECDOC-1184
- Technologies for improving current and future light water reactor operation and maintenance: Development on the basis of experience — IAEA-TECDOC-1175
- Thorium based fuel options for the generation of electricity: developments in the 1990s — IAEA-TECDOC-1155
- Transient and accident analysis of a BN-800 type LMFR with near zero void effect — IAEA-TECDOC-1139
- Unusual occurrences during LMFR operation — IAEA-TECDOC-1180

### Ciclo del combustible nuclear y tecnología de los desechos

- Advanced methods of process/quality control in nuclear reactor fuel manufacture — IAEA-TECDOC-1166
- Control assembly materials for water reactors: Experience, performance and perspectives — IAEA-TECDOC-1132
- Decommissioning of WWER type nuclear power plants — IAEA-TECDOC-1133
- Extrapolation of short term observations to time periods relevant to the isolation of long lived radioactive waste — IAEA-TECDOC-1177
- Fuel chemistry and pellet-clad interaction related to high burnup fuel — IAEA-TECDOC-1179
- Handling, conditioning and storage of spent sealed radioactive sources — IAEA-TECDOC-1145
- Inspection and verification of waste packages for near surface disposal — IAEA-TECDOC-1129
- Iodine induced stress corrosion cracking of Zircaloy fuel cladding materials — IAEA-TECDOC-1185
- Management of radioactive waste from the use of radionuclides in medicine — IAEA-TECDOC-1183
- Methods of exploitation of different types of uranium deposits — IAEA-TECDOC-1174
- MOX fuel cycle technologies for medium and long term deployment — C&S Papers Series CSP-3/P Recycle and reuse of materials and components from waste streams of nuclear fuel cycle facilities — IAEA-TECDOC-1130
- Site characterization techniques used in environmental restoration activities — IAEA-TECDOC-1148
-

Uranium 1999: Resources, production and demand (conjuntamente con la AEN/OCDE)

Waste management database profiles, No. 3 (CD-ROM)

Waste management research abstracts, Vol. 25 (CD-ROM)

### **Evaluación comparativa de las fuentes de energía**

DECADES tools user's manual for Version 1.0 — IAEA DECADES Project Document No. 3

Energy, electricity and nuclear power — C&S Papers Series P-5/P

Energy, electricity and nuclear power estimates for the period up to 2020 (2000 edition) — Reference Data Series No.1

Enhanced electricity system analysis for decision making: A Reference Book — IAEA DECADES Project Document No. 4

### **Agricultura y alimentación**

Animal production and health newsletter, Nos 31 and 32

Comparison of soil water measurement using the neutron scattering, time domain reflectometry and capacitance methods — IAEA-TECDOC-1137

Guidelines for the use of performance indicators in rinderpest surveillance programmes — IAEA-TECDOC-1161

Improved diagnosis and control of foot and mouth disease in South East Asia using ELISA based technologies — IAEA-TECDOC-1150

Insect and pest control newsletter, Nos 55 and 56

Irradiation of fish, shellfish and frog legs — A compilation of technical data for authorization and control — IAEA-TECDOC-1158

Management and conservation of tropical acid soils for sustainable crop production — IAEA-TECDOC-1159

Optimizing nitrogen fertilizer application to irrigated wheat — IAEA-TECDOC-1164

Plant breeding and genetics newsletter, Nos 5 and 6

Soil and water management and crop nutrition newsletter, Vol. 23, Nos 1 and 2

### **Sanidad humana**

Dosimetry for radiation processing — IAEA-TECDOC-1156

SSDL newsletter, Nos 42, 43

Use of nuclear and related analytical techniques in environmental research as exemplified by selected air pollution studies — IAEA-TECDOC-1152

Validation of data and methods recommended in the international Code of Practice for dosimetry, IAEA Technical Reports Series No 381, use of plane parallel ionization chambers in high energy electron and photon beams — IAEA-TECDOC-1173

### **Medio ambiente, recursos hídricos e industria**

Emerging new applications of nucleonic control systems in industry — IAEA-TECDOC-1142

Global marine radioactivity database — IAEA-TECDOC-1146

Modification of materials by ion treatment for industrial applications — IAEA-TECDOC-1165

Radiation processing of flue gases: Guidelines for feasibility studies — IAEA-TECDOC-1189

Radioactivity in the Arctic Seas — IAEA-TECDOC-1075

Report on the intercomparison run and certified reference material IAEA-381: Radionuclides in Irish Sea water — IAEA/MEL/66

Surface method testing (liquid penetrant testing and magnetic particle testing) at Level 2 — Training Course Series No. 11

---

Worldwide and regional intercomparison for the determination of organochlorine compounds, petroleum hydrocarbons and sterols in the sediment sample IAEA-408 — IAEA/MEL/67

### Ciencias físicas y químicas

Bulletin on atomic and molecular data for fusion, Nos 58, 59  
CINDA 99 (1988–1999) — Publicación anual  
Development of a database for prompt gamma ray neutron activation analysis — INDC(NDS)-411  
Handbook on photonuclear data for application cross-sections and spectra — IAEA-TECDOC-1178  
IAEA Advisory Group meeting on technical aspects of atomic and molecular data processing and exchange — INDC(NDS)-410  
IAEA international database on irradiated nuclear graphite properties — INDC(NDS)-413  
IAEA Technical Committee Meeting: 12<sup>th</sup> meeting of the IFRC subcommittee on atomic and molecular data for fusion — INDC(NDS)-420  
Inertial fusion energy research — IAEA-TECDOC-1136  
Instrumentation for PIXE and RBS — IAEA-TECDOC-1190  
ITER Council Proceedings: 1999 — ITER EDA Documentation Series No. 17  
ITER EDA newsletter  
ITER FEAT Outline Design Report — ITER EDA Documentation Series No. 19  
Measurement, calculation and evaluation of photon production data — INDC(NDS)-412  
Nuclear data newsletter, Nos 29, 30  
Nuclear Fusion  
Nuclear Fusion — Yokohama special issue 3  
Nuclear model parameter testing for nuclear data evaluation (reference input parameter library: phase II) — INDC(NDS)-416  
Report of the IAEA Advisory Group Meeting on network of nuclear reaction data centres — INDC(NDS)-418  
Report of the IAEA Nuclear Data Section to the International Nuclear Data Committee for the period January–December 1999 — INDC(NDS)-414  
Research reactor utilization, safety and management — C&S Papers Series, CD-ROM  
Research reactors of the world — Reference Data Series No. 3  
Steady state operation of tokamaks — IAEA-TECDOC-1160  
Summary report of the third Research Co-ordination meeting on compilation and evaluation of photonuclear data for applications — INDC(NDS)-409  
Summary report on the first regional workshop on online access to nuclear data — INDC(NDS)-417  
Update of X and gamma ray decay data standards for detector calibration and other applications — INDC(NDS)-415  
Uses of accelerator based neutron sources — IAEA-TECDOC-1153  
Workshop on advanced nuclear data online services — INDC(NDS)-419  
XRF newsletter, No.1

### Seguridad nuclear

Advances in safety related maintenance — IAEA-TECDOC-1138  
Assessment and management of ageing of major nuclear power plant components important to safety: Metal components of BWR containment systems — IAEA-TECDOC-1181  
Assessment and management of ageing of major nuclear power plant components important to safety: In-containment instrumentation and control cables, volume I — IAEA-TECDOC-1188 VOL 1  
Assessment and management of ageing of major nuclear power plant components important to safety: In-containment instrumentation and control cables, volume II — IAEA-TECDOC-1188 VOL 2

---

Benchmark study for the seismic analysis and testing of WWER type NPPs — IAEA-TECDOC-1176

ESRS guidelines for software safety reviews — IAEA Services Series No. 6

Fire safety in the operation of nuclear power plants — Safety Standards Series NS-G-2.1

Legal and governmental infrastructure for nuclear, radiation, radioactive waste and transport safety — Safety Standards Series GS-R-1

Operational limits and conditions and operating procedures for nuclear power plants — Safety Standards Series NS-G-2.2

Operational safety performance indicators for nuclear power plants — IAEA-TECDOC-1141

Primary to secondary leaks in WWER nuclear power plants — IAEA-EBP-WWER No. 13

Probabilistic safety assessments of nuclear power plants for low power and shutdown modes — IAEA-TECDOC-1144

Regulatory review of probabilistic (PSA) level 1 — IAEA-TECDOC-1135

Safety issues and their ranking for 'small series' WWER-1000 nuclear power plants — IAEA-EBP-WWER No. 14

Safety of nuclear power plants: Design — Safety Standards Series NS-R-1

Safety of nuclear power plants: Operation — Safety Standards Series NS-R-2

Software for computer based systems important to safety in nuclear power plants — Safety Standards Series NS-G-1.1

Status of non-electric nuclear heat applications: Technology and safety — IAEA-TECDOC-1184

Use of operational experience in fire safety assessment of nuclear power plants — IAEA-TECDOC-1134

#### **Seguridad radiológica**

Calibration of radiation protection monitoring instruments — Safety Reports Series No. 16

Categorization of radiation sources — IAEA-TECDOC-1191

Code of conduct on the safety and security of radioactive sources

Directory of national competent authorities' approval certificates for package design, special form material and shipment of radioactive material — IAEA-TECDOC-1171

Generic procedures for assessment and response during a radiological emergency — IAEA-TECDOC-1162

IAEA emergency response network — ER-NET (1.0)

Indirect methods for assessing intakes of radionuclides causing occupational exposure — Safety Reports Series No. 18

Joint radiation emergency management plan of the international organizations — ER-JPLAN (1.0)

Lessons learned from accidental exposures in radiotherapy — Safety Reports Series No. 17

National competent authorities responsible for approvals and authorizations in respect of the transport of radioactive material, List No. 31. 2000 Edition — IAEA-NCAL-31

Regulations for the safe transport of radioactive material, 1996 edition (revised) — Safety Standards Series No. TS-R-1 (ST-1, Revised)

The radiological accident in Istanbul — Publicación especial

The radiological accident in Lilo — Publicación especial

The radiological accident in Yanango — Publicación especial

#### **Seguridad de los desechos radiactivos**

Modelling of the transfer of radiocaesium from deposition to lake ecosystems — IAEA-TECDOC-1143

Predisposal management of radioactive waste, including decommissioning — Safety Standards Series No. WS-R-2

Regulatory control of radioactive discharges to the environment — Safety Standards Series No. WS-G-2.3

---

Restoration of environments affected by residues from radiological accidents: Approaches to decision making — IAEA-TECDOC-1131

Retrievability of high level waste and spent nuclear fuel — IAEA-TECDOC-1187

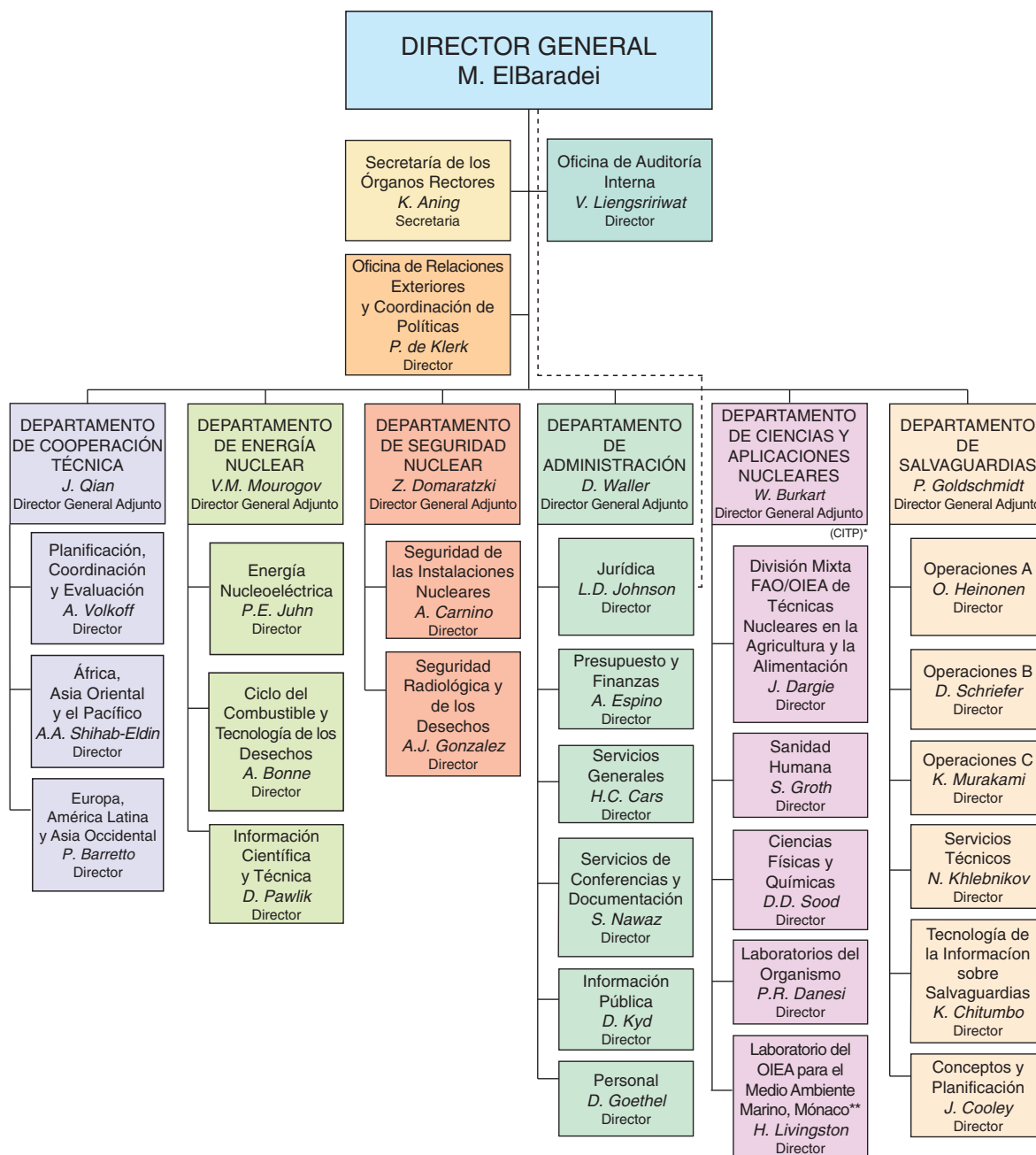
Safety of radioactive waste management — Proceedings Series

---

**Back**

# ORGANIGRAMA

(al 31 de diciembre de 2000)



\* El Centro Internacional de Física Teórica (CIFT) de Abdus Salam, al que también se denomina "Centro Internacional de Física Teórica", funciona como programa conjunto de la UNESCO y el Organismo. La UNESCO se encarga de la dirección administrativa del Centro, en nombre de ambas organizaciones. La participación del Organismo en las actividades del Centro es dirigida por el Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares.

\*\* Con participación del PNUMA y la COI.