

Aplicación de salvaguardias a las instalaciones del ciclo del combustible nuclear

Informe sobre los nuevos problemas y posibilidades que contribuyen a definir las direcciones futuras

por V. Schuricht y J. Larrimore

La aplicación de las salvaguardias del OIEA, que comienza ahora su cuarto decenio, ha llegado a una etapa de temprana madurez. Tras un período de rápido desarrollo a finales de los setenta y principios de los ochenta, la expansión mundial del desarrollo nuclear ha disminuido y ello ha permitido al OIEA consolidar las prácticas de aplicación de las salvaguardias internacionales y esforzarse por mejorar el nivel de desempeño de sus funciones. En este artículo se examinan nuevos problemas y posibilidades en lo que atañe al perfeccionamiento de la aplicación de salvaguardias, se presentan los últimos resultados alcanzados y por último se torna la mirada hacia los problemas futuros.

Nuevos problemas

Durante los últimos años el Departamento de Salvaguardias del OIEA ha venido enfrentando nuevos problemas en la aplicación de las salvaguardias a las instalaciones del ciclo del combustible nuclear. No sólo ha crecido el número de países e instalaciones que se deben salvaguardar, sino que han aumentado cada vez más las cantidades de material nuclear sometido a las salvaguardias del OIEA. Además, se han sometido nuevos tipos de instalaciones a las salvaguardias del Organismo.

Durante el decenio de 1980 el número de países con actividades nucleares significativas y el número total de instalaciones sometidas a las salvaguardias del OIEA han seguido creciendo lentamente, y en 1987 el total ascendía a 905 instalaciones en 57 países. Desde 1980 ha aumentado considerablemente (un 50%) el número de reactores de potencia salvaguardados por el OIEA (en el cuadro adjunto se indica el número de instalaciones de diferentes tipos sometidas a salvaguardias al fin de 1987). Anualmente, el Organismo lleva a cabo inspecciones en cerca de las dos terceras partes de estas instalaciones.

La cantidad de material nuclear salvaguardado por el OIEA constituye otro indicador de la magnitud de las actividades de salvaguardias. En los últimos años se han

producido considerables aumentos en las cantidades de plutonio, uranio poco enriquecido y material básico que se han de salvaguardar (*véanse los gráficos*). La cantidad total de plutonio incluye el contenido en el combustible irradiado y el plutonio separado, que constituye sólo una pequeña proporción de la cantidad total; en la actualidad unas 9 toneladas de este material están sometidas a las salvaguardias del Organismo.

El decenio de 1980 representa un período de cierta madurez en la industria mundial. En el sector de la investigación y el desarrollo se clausuraron algunas instalaciones pequeñas u obsoletas, pues las investigaciones nucleares en general se unificaban o concentraban en la mayoría de los países que realizaban grandes programas. La consiguiente reducción de las actividades del Organismo en materia de salvaguardias se ha visto compensada con creces por las nuevas tareas en esta esfera.

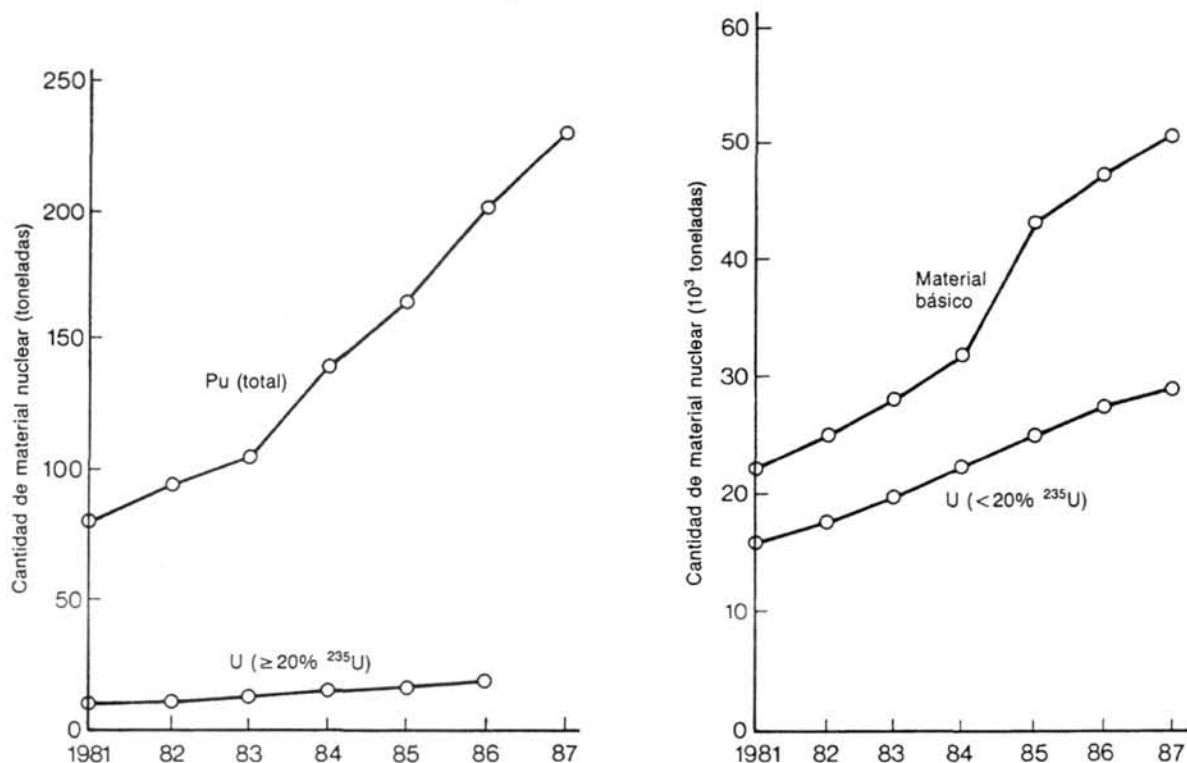
Cuatro Estados poseedores de armas nucleares han firmado acuerdos de salvaguardias basados en ofrecimientos voluntarios y han sometido a salvaguardias todas sus instalaciones civiles o parte de ellas; además, se

Instalaciones en Estados no poseedores de armas nucleares, sometidas a salvaguardias o que contenían material nuclear salvaguardado al final de 1987

Tipo de instalación	Número de instalaciones
<i>Instalaciones tipo reactor</i>	
Reactores de potencia	186
Reactores de investigación y conjuntos críticos	172
<i>Instalaciones de manipulación de material a granel</i>	
Plantas de transformación	7
Plantas de fabricación de combustible	40
Plantas de reelaboración	6
Plantas de enriquecimiento	6
Instalaciones de almacenamiento separadas	34
Otras instalaciones	46
Otros lugares	406
Instalaciones no nucleares	2
Total	905

El Sr. Schuricht es Director de la División de Operaciones A del Departamento de Salvaguardias del OIEA. El Sr. Larrimore es un experto que presta servicios gratuitos en el Departamento de Salvaguardias, y secretario técnico del Comité de Coordinación de las Operaciones.

**Cantidad de material nuclear sometido a las salvaguardias del OIEA
(incluido todo el material nuclear salvaguardado
en los Estados poseedores de armas nucleares)**



Nota: Los datos relativos al plutonio se refieren a la cantidad total de plutonio, es decir, al contenido en el combustible irradiado y al plutonio separado.

han comenzado las negociaciones con el quinto Estado poseedor de armas nucleares. El Organismo ha aplicado salvaguardias, entre otros, a los siguientes tipos de instalaciones de Estados poseedores de armas nucleares: reactores reproductores rápidos, piscinas de almacenamiento de combustible irradiado, plantas de enriquecimiento, plantas de reelaboración, instalaciones de almacenamiento de plutonio, plantas de fabricación de combustible, reactores de potencia y reactores de investigación.

Por último, durante este período una parte sustancial de la nueva tecnología llegó a la fase del prototipo de grandes dimensiones o de la comercialización. En la actualidad el Organismo aplica salvaguardias a los siguientes nuevos tipos de instalaciones: plantas de fabricación de combustible MOX en escala comercial (que producen combustible mixto $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$), reactores de alta temperatura refrigerados por gas, reactores reproductores rápidos y plantas de enriquecimiento de uranio que funcionan con la tecnología de centrifugación.

El sistema de salvaguardias creado por el Grupo de Trabajo Hexapartito fue un aspecto muy interesante de la aplicación de salvaguardias a estas plantas de enriquecimiento. Para estas instalaciones, los poseedores de la tecnología y el Organismo elaboraron conjuntamente un sistema de salvaguardias que ofrece garantías mutuamente aceptables y, al mismo tiempo, puede proteger la tecnología delicada que se emplea en estas plantas. En

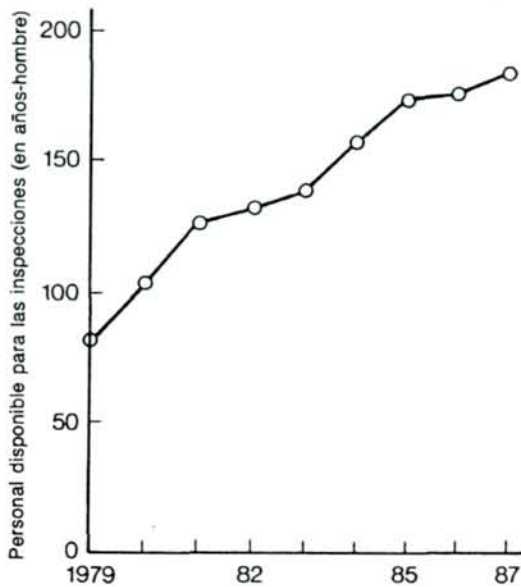
la actualidad, varias plantas de enriquecimiento que utilizan la tecnología de centrifugación están sometidas a salvaguardias en virtud de acuerdos negociados en base al enfoque de salvaguardias creado por el Grupo de Trabajo Hexapartito.

Nuevas posibilidades

A finales de los años setenta y principios de los años ochenta aumentaron los recursos disponibles, lo que permitió que el Organismo respondiera a las crecientes demandas en materia de aplicación de las salvaguardias. Desde mediados de los años ochenta se ha hecho hincapié en las actividades que contribuyen a mejorar la calidad de la labor del Organismo. La estrecha cooperación en el marco del Organismo, sobre todo dentro del Departamento de Salvaguardias, y entre el Organismo y Estados, ha contribuido en gran medida al progreso alcanzado.

El personal disponible para las inspecciones, que desde 1979 se ha duplicado y en el presente se aproxima a los 200 años-hombre, se ha estabilizado en los últimos años (véase el gráfico). Para calcular el personal de inspección disponible se tiene en cuenta el hecho de que un inspector o ayudante de inspección sólo puede realizar inspecciones tras haber recibido la capacitación requerida y haberse aprobado su nombramiento por el Estado que ha de inspeccionar.

**Recursos del Departamento de Salvaguardias
(personal disponible para las inspecciones)**



La mayor disponibilidad de recursos financieros para el Departamento de Salvaguardias se ha traducido en un mayor apoyo a la labor de inspección. Se han logrado considerables progresos en la creación y adquisición de equipo, la elaboración de procedimientos mejorados, el tratamiento de la información, la evaluación de la puesta en práctica de las salvaguardias, la capacitación, la normalización y la administración.

La reorganización del Departamento de Salvaguardias, iniciada en 1982, ha tenido por resultado una mayor capacidad para coordinar las actividades de aplicación de las salvaguardias, especialmente las de las tres divisiones de operaciones.

Se han introducido muchas mejoras en la preparación, la ejecución y la evaluación de las inspecciones. Cabe citar algunos ejemplos:

- Un nuevo sistema computadorizado de notificación de inspecciones para las instalaciones con material en forma de partidas comenzó a funcionar al término de 1982. En 1984 se comenzó a usar el informe computadorizado de inspección como medio de notificación para todas las instalaciones, incluidas las de manipulación de materiales a granel.
- El Sistema OIEA de Información sobre Salvaguardias se utiliza habitualmente en apoyo de las actividades de inspección y para la evaluación de las salvaguardias y la información sobre la gestión.
- Los informes y las declaraciones resultantes de las inspecciones se analizan aplicando procedimientos de examen con ayuda de computadora.
- Los esfuerzos adicionales desplegados en la Sede han contribuido considerablemente a mejorar la oportunidad de los informes de las inspecciones.

Es indispensable introducir equipo y procedimientos de salvaguardia nuevos para lograr que la aplicación de

las salvaguardias sea más efectiva, más eficaz y cause menos intromisiones. La experiencia demuestra que la introducción de un equipo nuevo, desde que se crea el prototipo hasta que se aprueba el equipo adquirido en el comercio para su empleo corriente, es un proceso prolongado. Además, puede que pase bastante tiempo hasta que las autoridades y los explotadores de los países aprueben el empleo habitual de un nuevo tipo de equipo en las inspecciones.

No obstante, una característica significativa de los últimos años es el aumento del empleo *in situ* de equipo de salvaguardia nuevo, así como un crecimiento considerable del programa de observación del comportamiento, compras, documentación, mantenimiento, reparación y distribución. Paralelamente, han aumentado las necesidades de servicios ordinarios, en particular de suministro y verificación de precintos, tratamiento de películas, análisis de datos de espectrometría gamma y gestiones para la expedición y el análisis destructivo de las muestras de inspección.

Se han instalado nuevos sistemas de vigilancia por televisión y de registro en un número cada vez mayor de instalaciones, en sustitución de los sistemas de vigilancia fotográfica convencionales. Se han instalado y puesto en funcionamiento contadores de haces en reactores recargados en servicio. Los analizadores multicanales portátiles han reemplazado a los medidores analíticos estabilizados que el OIEA venía utilizando durante más de un decenio. Se adquirió y se está utilizando ya una caja de vigilancia fotográfica que es más resistente a las interferencias extrañas que su antecesora y además con medios de conversión a vídeo.

Se han ensayado e introducido procedimientos para el empleo corriente de densitómetros de discontinuidad K y electromanómetros. Además, se han perfeccionado sistemáticamente el dispositivo de observación del brillo de Cerenkov y el contador de coincidencias neutrónicas en gran escala, y se ha generalizado su empleo.

El Organismo ha seguido prestando especial atención al mejoramiento de la puesta en práctica de las salvaguardias mediante una mayor cooperación con los Estados. Los comités de enlace establecidos de conformidad con los acuerdos correspondientes han continuado su labor. Estos comités y otras formas ordinarias de contacto con los explotadores de las instalaciones han seguido contribuyendo en gran medida a la solución de los problemas generales y específicos relativos a la aplicación de las salvaguardias.

La creación de oficinas del OIEA en algunos Estados ha facilitado la cooperación entre éstos y el Organismo. En mayo de 1984 se creó oficialmente la oficina del OIEA en Tokio, tras la satisfactoria experiencia que se obtuvo con la apertura de la oficina extrasede del OIEA en Toronto (Canadá) en septiembre de 1980. Estas oficinas brindan apoyo logístico al personal del OIEA que presta servicios en el Canadá y el Japón, y han ayudado considerablemente a solucionar los problemas de salvaguardias gracias al contacto diario entre los funcionarios del OIEA y los de los Estados*. Asimismo, contribuyen

* Recientemente se ha acordado ampliar las funciones de la oficina de Toronto, cuyo nuevo nombre es "Oficina Regional del OIEA en Toronto". Los inspectores destinados en esa oficina también inspeccionarán las instalaciones nucleares de los Estados Unidos, México y Jamaica.

Aplicación de las salvaguardias

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Sistemas de vigilancia en funcionamiento	140	160	190	230	240	290	325	320
Precintos utilizados	7 700	10 500	16 500	21 000	21 400	21 500	19 600	25 000
Muestras de plutonio y uranio analizadas	780	890	870	1 150	1 080	1 270	1 030	1 360
Discrepancias o anomalías	200	230	406	420	400	150	270	290

a una utilización más eficaz del personal de inspección. Los inspectores residentes pueden realizar aproximadamente el doble de días-hombre de inspección que los que radican en la Sede, en Viena. Además, estas oficinas permiten efectuar inspecciones con poco tiempo de aviso que no podrían llevar a cabo los inspectores de la Sede, con lo cual mejora la eficacia de las salvaguardias.

El apoyo que un número considerable de Estados Miembros brinda al Departamento de Salvaguardias en el marco de los respectivos programas de apoyo a las salvaguardias se ha convertido en un elemento indispensable para mejorar la ejecución en esta esfera. Se han concluido muchos proyectos satisfactorios que han permitido obtener equipo o información útiles en respuesta a las necesidades inmediatas de las operaciones de salvaguardia.

Resultados de las actividades de salvaguardias

El resultado principal de las actividades de salvaguardias del OIEA se expresa en la "Declaración sobre las salvaguardias" que aparece en los informes anuales y los Informes sobre la puesta en práctica de las salvaguardias (IPPS) del OIEA: "Se estima razonable concluir que el material nuclear sometido a las salvaguardias del Organismo siguió adscrito a actividades nucleares pacíficas o, de no ser así, se dio cuenta adecuada de él." El grado de seguridad de esta declaración se debe considerar a la luz de las actividades de salvaguardias realizadas, así como de la sensibilidad de las actividades de inspección y evaluación, del grado de seguridad de las conclusiones de la Secretaría y de las conclusiones del Informe sobre la puesta en práctica de las salvaguardias.

El resultado global que supone esta "Declaración sobre las salvaguardias" se deriva de los esfuerzos del Departamento en su totalidad, y de la cooperación con los Estados Miembros y el apoyo que éstos brindan. Informar sobre los progresos alcanzados en la aplicación de las salvaguardias significa reconocer al mismo tiempo este firme apoyo y esta estrecha colaboración. En los párrafos siguientes se presentan algunos resultados seleccionados que corroboran el contenido de la declaración de salvaguardias.

Información sobre las actividades de inspección. Desde 1980 el número de instalaciones inspeccionadas por el Organismo ha aumentado en más del 50% (393 instalaciones en 1980 y 631 en 1987) mientras que el total de actividades de inspección en Estados poseedores y no poseedores de armas nucleares se ha duplicado con creces (3985 días-hombre de inspección en 1980 y 9556 en 1987). La labor de inspección se centra en

aquellas etapas del ciclo del combustible nuclear que incluyen la producción, la elaboración, el uso o el almacenamiento de material nuclear del que se podrían obtener fácilmente armas u otros dispositivos nucleares explosivos. El OIEA concede máxima prioridad a las instalaciones más delicadas y a los materiales de utilización directa. En 1987, aproximadamente el 46% del total de actividades de inspección se dedicó a las instalaciones de manipulación de materiales a granel, aunque éstas sólo representaban alrededor del 7% del total de instalaciones; en el caso de los reactores de potencia, los porcentajes fueron de alrededor del 31% y el 21% respectivamente.

En un cuadro adjunto se presenta más información sobre la aplicación de las salvaguardias. El número de precintos utilizados incluye los precintos del Organismo y el número —aproximadamente igual— de precintos comunes OIEA/Euratom que utilizan los Estados de esta última. La capacidad de detección de discrepancias y anomalías es un indicador de la sensibilidad del sistema de salvaguardias del OIEA. Anualmente se detectan y solucionan varios cientos de discrepancias y anomalías.

Además del aumento cuantitativo de las actividades de inspección, se han adoptado otras medidas para mejorar la eficacia de las salvaguardias del OIEA. A título de ejemplo cabe citar las inspecciones sin previo aviso y la verificación simultánea del inventario físico en todas las instalaciones importantes que intervienen en el ciclo del combustible de uranio natural en un Estado.

Información sobre la consecución de las metas de inspección. Las metas de detección del OIEA son un conjunto de parámetros (cantidades significativas, plazos de detección y probabilidades de detección) que expresan en cantidades los términos empleados para definir los objetivos de las salvaguardias. Estas metas sirven de directrices al concebir el enfoque de salvaguardias y establecer las metas de inspección.

La consecución de estas metas de inspección se evalúa con arreglo a criterios uniformes elaborados por el OIEA para uso interno en relación con su Informe sobre la puesta en práctica de las salvaguardias, que se prepara anualmente. En el transcurso de los años, estos criterios para la evaluación anual de las actividades de inspección se han evaluado y revisado reiteradamente a fin de mantener elevados niveles de cumplimiento y tener en cuenta la evolución de las necesidades y capacidades.

El OIEA se esfuerza por satisfacer todos los criterios aplicables a todas las zonas de balance de materiales en todas las instalaciones sometidas a salvaguardias. Dado el amplio alcance de los criterios de evaluación, no siempre se consiguen cabalmente las metas de inspec-

ción. Pero es importante comprender que el OIEA lleva a cabo una extensa gama de actividades de inspección. Cuando el Organismo no consigue plenamente las metas de inspección de una instalación, las actividades de inspección realizadas han proporcionado de todas formas suficiente información para respaldar la afirmación de que "la Secretaría, al cumplir las obligaciones en materia de salvaguardias del Organismo, no detectó ninguna anomalía que pudiera indicar la desviación de una cantidad significativa de material nuclear salvaguardado", aunque con un grado de seguridad inferior.

La consecución de las metas de inspección ha seguido mejorando gracias a los múltiples esfuerzos descritos. Desde 1980 hasta 1987, el número de instalaciones inspeccionadas y evaluadas en los IPPS anuales aumentó en el 62%. Durante ese mismo período, el número de instalaciones en que se consiguieron plenamente las metas de inspección de toda la instalación aumentó en el 110% y alcanzó el 63% de todas las instalaciones inspeccionadas y evaluadas en 1986.

Perspectivas futuras

Tras haber informado sobre los progresos alcanzados en materia de salvaguardias en los últimos años, conviene dirigir la mirada hacia adelante, hacia lo que el Organismo puede esperar que suceda en los próximos años.

Una interesante tendencia futura es una participación cada vez más activa de los explotadores de las instalaciones importantes en el establecimiento de enfoques de salvaguardias. Cabe esperar que la participación significativa de los explotadores conduzca a enfoques concebidos especialmente para esas instalaciones, que al mismo tiempo garanticen la aplicación eficaz de las salvaguardias del OIEA.

Otra novedad interesante es la tendencia de la nueva tecnología o de ciertos enfoques de salvaguardias a desplazar los gastos del explotador de un tipo de instalación al de otro. Ejemplo de ello es la cuestión de la verificación del combustible nuevo de los reactores de potencia. ¿Se debe realizar esta operación en la planta de fabricación de combustible o en los reactores de potencia? Otro ejemplo es si el combustible irradiado que se va a almacenar durante un plazo mediano o largo se debe verificar en el reactor o en la instalación de almacenamiento. Un tercer ejemplo es si el plutonio producido se debe verificar en la planta de reelaboración o en la planta de fabricación de combustible MOX. Si bien al adoptar las decisiones finales se tendrán en cuenta las consideraciones técnicas y comerciales, el Organismo tiene que

insistir en garantizar la eficacia de su sistema de salvaguardias.

Es importante observar el desplazamiento de los gastos de salvaguardias entre el Organismo y el explotador así como entre los distintos tipos de explotadores. Si el costo total de las salvaguardias aplicadas se reduce desde el punto de vista global de los gastos y del carácter intromisivo, estas tendencias reportarán un beneficio neto para la industria nuclear mundial. A causa de dichas tendencias será más difícil formular juicios sobre el costo de las salvaguardias y su carácter intromisivo, y será preciso conocer más a fondo los pormenores de la aplicación de las salvaguardias y tener una perspectiva más amplia de la industria nuclear.

Una última tendencia importante es la de la creciente complejidad de las salvaguardias. A medida que aumenta el tamaño y la complejidad de las instalaciones nucleares, y paralelamente el trabajo de inspección necesario, se produce un aumento relativo de la complejidad de las actividades de salvaguardias que realiza el personal del Organismo en la Sede. Cada vez es mayor el número de días que se trabaja en la Sede por cada día pasado *in situ*.

Durante los próximos años el Organismo afrontará nuevos problemas de envergadura en la aplicación de salvaguardias. La entrada en servicio de grandes plantas de reelaboración e instalaciones automatizadas y controladas a distancia, el continuo crecimiento de los reactores de potencia, el aumento del empleo de combustible MOX en el ciclo de trabajo de los reactores de agua ligera (LWR), la creación de instalaciones de almacenamiento por mediano o largo plazo del combustible irradiado, la práctica del intercambio de agujas en el combustible irradiado de los LWR y una mayor aplicación de las salvaguardias en los Estados poseedores de armas nucleares, en virtud de ofrecimientos voluntarios, contribuirán a que sea cada vez mayor el esfuerzo exigido a los limitados recursos humanos del Organismo.

El Organismo debe mantener la eficacia de las salvaguardias internacionales y seguir trabajando para aumentar la seguridad que brinda el sistema de salvaguardias, a la par que se enfrenta a un número cada vez mayor de instalaciones y a estrictas limitaciones de recursos. Se harán esfuerzos para mejorar aún más la eficacia y la efectividad de las salvaguardias. La introducción de equipo nuevo y un mejor tratamiento de la información pueden brindar alguna ayuda. No obstante será preciso aumentar un tanto los recursos. El Organismo espera solucionar los problemas que se avecinan de manera que satisfaga las expectativas de los Estados Miembros, gracias a un aumento de los recursos, combinado con una mayor eficacia y efectividad.

