

La experiencia práctica de los inspectores de salvaguardias

por F. Klik*

El OIEA viene aplicando salvaguardias desde 1962 y, hasta la fecha no ha observado ningún caso en que se hayan utilizado materiales, instalaciones, o equipos nucleares sujetos a salvaguardias con objetivos distintos a los autorizados. Se han detectado, por supuesto, muchas anomalías, pero siempre ha sido posible explicarlas satisfactoriamente.

El trabajo del Departamento de Salvaguardias del Organismo ha cambiado en la última década. Principalmente ello se debe al Tratado sobre la no Proliferación de las armas nucleares (TNP) que entró en vigor en 1970. Este Tratado encomienda al Organismo la tarea de aplicar salvaguardias a todo el material nuclear dedicado a actividades nucleares pacíficas en los países que son parte en el Tratado. Como resultado de la entrada en vigor del TNP hubo que concertar y poner en práctica muchos nuevos acuerdos de salvaguardia. Además, en los años setenta se construyeron muchas instalaciones nucleares nuevas.

El trabajo del personal de inspección ha tenido un gran incremento en el período 1970–1980, como muestra la Figura 1. De todas formas, la negociación y posterior puesta en práctica de tantos nuevos acuerdos de salvaguardia, arreglos subsidiarios y documentos adjuntos relativos a instalaciones — principalmente basados en las prescripciones del TNP — demuestra que el OIEA y los Estados pueden alcanzar el doble objetivo de desarrollar la energía nuclear con fines pacíficos y de evitar la proliferación de las armas nucleares.

El número de reactores nucleares sometidos a salvaguardias aumentó de 10, en 1970, a 126, al final de 1980 (Fig. 2). El número de instalaciones de tratamiento a granel pasó de 4 a 49 (Fig. 3). La Figura 4 muestra la cantidad cada vez mayor de uranio altamente enriquecido y plutonio sometidos a salvaguardias del OIEA, y la Figura 5 permite apreciar el incremento del uranio natural y de bajo enriquecimiento sometido a salvaguardias.

Como resultado de ese desarrollo, el personal del Cuadro Orgánico del Departamento de Salvaguardias aumentó de 54 funcionarios en 1970 a 206 en 1980, de los cuales 138 son inspectores en dedicación exclusiva. En 1980 realizaron unas 1100 inspecciones en más de 500 instalaciones.

En consecuencia, los inspectores de salvaguardias han adquirido ya una gran experiencia práctica, si bien la experiencia del Organismo en la aplicación de salvaguardias a ciertos tipos de instalaciones es considerablemente mayor que en el caso de otros tipos. Por ejemplo, el Organismo tiene amplia experiencia en

la salvaguardia de reactores térmicos de potencia, sobre todo de los de agua ligera; en cambio, su experiencia es por ahora reducida en lo que respecta a los reactores reproductores rápidos e instalaciones auxiliares, pues hace poco que se ha empezado a aplicar salvaguardias a este tipo de instalaciones. En cuanto a las instalaciones de tratamiento de materiales a granel, el Organismo tiene una experiencia que es considerable en lo que respecta a las plantas de transformación y fabricación de combustible, pero reducida en el caso de las plantas de enriquecimiento y de reelaboración.

El Organismo realiza tres tipos de inspecciones: ad hoc, ordinarias y especiales. La mayor parte de la labor se consagra a las inspecciones ordinarias, que pueden incluir las siguientes actividades:

- Examen de los registros mantenidos en la instalación para determinar el inventario contable del material nuclear presente y su circulación por la instalación.
- Comparación de estos registros con los documentos de envío con los registros de explotación de la instalación, y con los informes presentados por el Estado al Organismo, a fin de comprobar que las cantidades enviadas y las recibidas concuerdan entre sí y con los registros de las instalaciones asociadas.
- Verificación del inventario del material nuclear declarado, muchas veces por muestreo estadístico y análisis no destructivo (AND).
- Confirmación de que el material ya verificado permanece al abrigo de interferencias, instalando y manteniendo dispositivos de contención y vigilancia.

Los acuerdos de salvaguardia estipulan que los Estados deben facilitar al Organismo información concreta sobre los materiales e instalaciones nucleares. Entre otras cosas, los Estados deben mantener registros de cada instalación o zona de balance de materiales y presentar al OIEA informes, basados en dichos registros, sobre los materiales nucleares.

La existencia de un sistema nacional de contabilidad y control de materiales nucleares (SNCC) es un requisito indispensable para la aplicación de un sistema internacional de salvaguardias eficaz, pero no puede reemplazar a este último.

En realidad, se trata de una situación en la que también se podría preguntar: “¿qué fue lo primero: el huevo a la gallina?”; ya que al principio de los años setenta solo muy pocos Estados tenían sistemas nacionales de contabilidad y control bien desarrollados. Afortunadamente, hoy día la existencia de sistemas nacionales es más la regla que la excepción. En algunos Estados hay en funcionamiento SNCC altamente desarrollados y muy eficaces. No hay duda de que a esta evolución positiva de los Estados han contribuido

* El Sr. Klik es el Director de la División de Operaciones (A) del Departamento de Salvaguardias del Organismo.

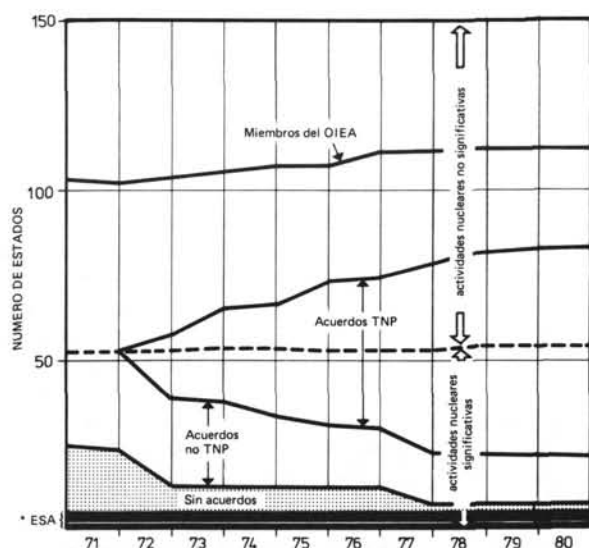


Figura 1. Evolución de los acuerdos de salvaguardia entre 1970 y 1980.

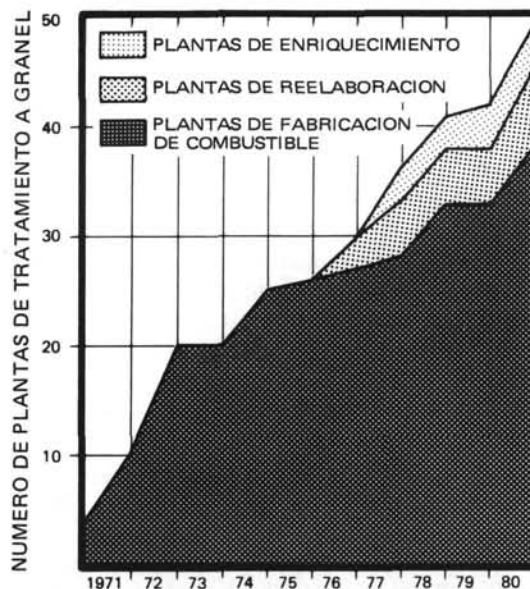


Figura 3. Número de instalaciones de tratamiento a granel sometidas a salvaguardias.

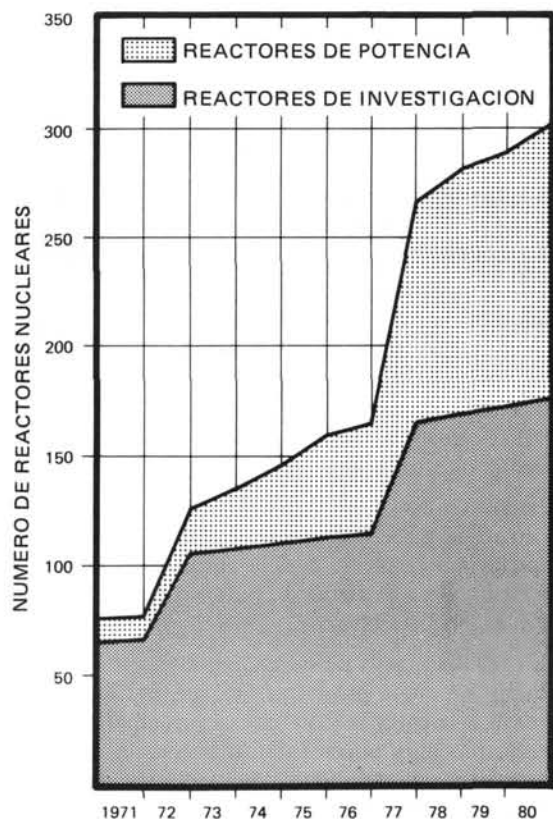


Figura 2. Número de reactores nucleares sometidos a salvaguardias.

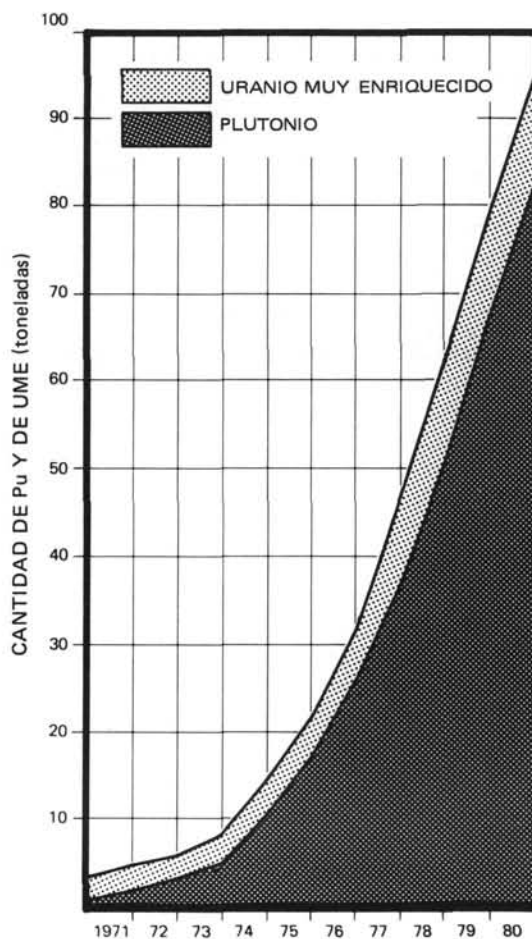


Figura 4. Cantidades de plutonio y de uranio muy enriquecido sometidos a salvaguardias.

las directrices y recomendaciones del Organismo formuladas con ocasión de los cursos de capacitación organizados en la Sede y fuera de ella, o dadas en forma de sugerencias y consejos prácticos durante las inspecciones realizadas por el OIEA. El Organismo tiene debidamente en cuenta la efectividad técnica de los sistemas nacionales al planear las inspecciones. Esto le permite evidentemente utilizar más racionalmente sus recursos, pero también beneficia a los Estados. La cooperación del personal de inspección del Organismo con los sistemas nacionales es generalmente muy buena. Con el fin de mejorar la cooperación entre el Organismo y algunos Estados, se han creado comités de enlace y grupos similares. Gracias a estos grupos se han resuelto diversos problemas derivados de la aplicación de salvaguardias. Se ha creado una oficina exterior en el Canadá, y se han concertado medidas con el Japón para enviar destacados a dicho país inspectores por largos períodos de tiempo. Aunque se han conseguido progresos considerables, todavía hay lugar para nuevas mejoras de los sistemas nacionales, principalmente en lo que respecta a la plena aplicación de las recomendaciones del OIEA, las prácticas seguidas en materia de informes, el cierre de los balances de materiales, la determinación de la magnitud de las diferencias inexplicadas y el diseño de las instalaciones en forma apropiada para la aplicación de salvaguardias.

Ya en los primeros años se advirtió que las salvaguardias no se podían limitar a examinar y evaluar informes no verificados enviados por los Estados. Es esencial la verificación física independiente del material nuclear declarado en los informes. Desgraciadamente, no se advirtió al mismo tiempo — y todavía hoy no se admite tan ampliamente como sería de desear — que la verificación física independiente de las cantidades de material nuclear no es por sí misma suficiente. Para que la verificación física tenga significación han de existir primero, como resultado de registros, informes y auditorías, los datos a verificar.

Afortunadamente, no solo han mejorado los sistemas nacionales, sino que también el propio Organismo ha acrecentado su capacidad para acopiar, clasificar, almacenar, analizar y comparar los datos presentados por los sistemas nacionales. La División de Tratamiento de Información sobre Salvaguardias del Organismo proporciona corrientemente datos contables de cada instalación a los inspectores, y los ayuda a analizar y comparar estos datos con los registros de la instalación. La auditoría de los registros de materiales nucleares tiene un importante papel en las inspecciones de salvaguardia, como ha demostrado claramente la experiencia. El personal de inspección del OIEA ha adquirido una gran experiencia en auditoría y esta experiencia, junto con la de los sistemas nacionales, debería ahora aprovecharse para dar a los inspectores una mejor capacitación en esa actividad. La labor de auditoría no es nada fácil, aunque sí muy importante, y la mayor parte de los nuevos inspectores de salvaguardias suelen poseer, a causa de su formación académica (física, química, ingeniería) y de su trabajo en la industria, muy poca o ninguna experiencia en la auditoría de registros e informes. Se está elaborando un manual de auditoría en el marco del programa de ayuda que realiza un Estado Miembro. Se espera que,

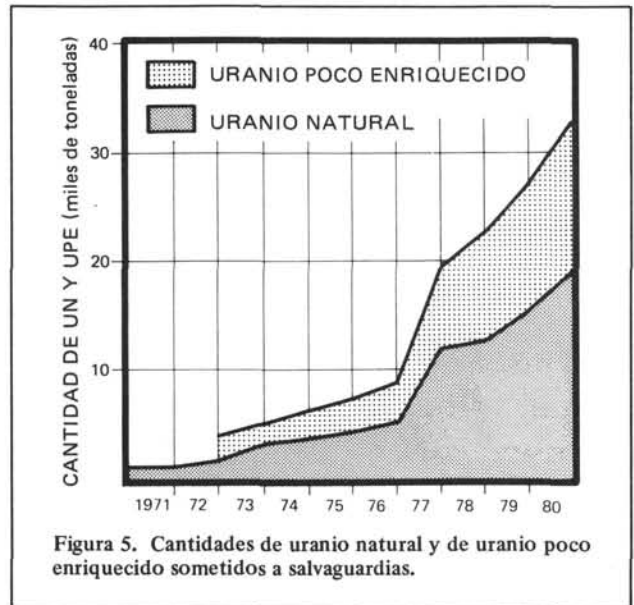


Figura 5. Cantidades de uranio natural y de uranio poco enriquecido sometidos a salvaguardias.

gracias a este manual y a la atención que se presta a la contabilidad y la auditoría en el programa de capacitación de inspectores, aumentará cada vez más la experiencia del Organismo en este campo.

Después de haber confirmado el inventario contable y la circulación de los materiales nucleares en la instalación, el inspector puede comenzar a verificar físicamente que el material declarado está realmente allí. Como primera medida se procede al recuento de artículos — por ejemplo, de los haces de combustible — y seguidamente se somete a análisis no destructivo una parte del inventario.

La importancia del análisis no destructivo (AND) en este campo continúa creciendo. Pero, desde luego, siempre será necesario tomar muestras y llevarlas al Laboratorio central de análisis para salvaguardias del OIEA en Seibersdorf (Austria). Allí se analizan exhaustivamente las muestras y se comparan los resultados con los obtenidos por los métodos de AND. Ahora bien, la economía y facilidad logística de los AND realizados sobre el terreno, unidas a la creciente rigurosidad de los requisitos para el transporte de incluso pequeñas muestras de material nuclear, continuarán haciendo que dichos análisis sean más interesantes. Desde luego, las medidas realizadas por AND han de ser lo suficientemente precisas y exactas para que los inspectores puedan decidir si aceptan o no la declaración de un explotador.

Desde hace muchos años el Organismo utiliza el detector estabilizado SAM-II como uno de sus instrumentos de campo más importantes para los AND. Este espectrómetro gamma portátil, de dos canales, puede ser empleado para confirmar la presencia de uranio, y medir su grado de enriquecimiento. Los SAM-II son hoy día aparatos bien probados que usan incluso los operadores de las plantas para realizar sus propias medias. Son bien conocidos y aceptados en prácticamente todas las instalaciones.

Con el transcurso del tiempo se han desarrollado otros instrumentos más sofisticados: el que más éxito



Figura 6. Espectrómetro gamma portátil de 1024 canales, Silena.

tiene es el Silena (Fig. 6). Este instrumento, como el SAM-II, mide la intensidad de los rayos gamma, pero su espectro puede ser descompuesto en muchos más canales (1024 en lugar de 2) por lo que su precisión y exactitud son mayores. Además, las lecturas obtenidas con el Silena pueden ser registradas directamente en cinta de cassette y llevadas a la Sede del Organismo para su reproducción y análisis. Naturalmente estas mejoras tienen su contrapartida: por ejemplo, los inspectores deben estar mejor capacitados para poder sacar partido a todas las posibilidades de este instrumento.

Los dos aparatos descritos se utilizan ampliamente para verificar el uranio enriquecido (y con un menor grado de confianza, el plutonio), si bien, según se ve en la Fig. 4, la cantidad de plutonio sometida a salvaguardias ha crecido mucho más rápidamente que la de uranio enriquecido. Gran parte de este plutonio se encuentra en elementos combustibles agotados y no reelaborados, cuya verificación se efectúa recurriendo a la contención y la vigilancia, pero hay una cantidad creciente de plutonio separado, bajo salvaguardias, en plantas de reelaboración, plantas de fabricación de combustible de óxidos mixtos, conjuntos críticos, y reactores rápidos. Por ello es cada vez mayor la necesidad de mejorar el AND del plutonio.

El SAM-II no puede verificar el plutonio con una precisión aceptable. Incluso el Silena, para obtener un conocimiento suficientemente detallado del contenido del combustible, requiere la utilización de un instrumento complementario, el contador de coincidencias

de neutrones retardados. Este instrumento es un contador de coincidencias neutrónicas en gran escala de alta precisión (HLNCC) (Fig. 7). Sus detectores y circuitos electrónicos se han diseñado para detectar los impulsos neutrónicos coincidentes característicos del ^{240}Pu y, en consecuencia, distinguir entre los neutrones emitidos por el plutonio y los neutrones no coincidentes procedentes de otras fuentes. Esto permite determinar la concentración relativa del ^{240}Pu .

Esta técnica combinada ha tenido mucho éxito en la medición de conjuntos combustibles de reactores rápidos. Hoy día es un procedimiento corriente medir cada uno de esos conjuntos producidos en una planta de fabricación con un contador HLNCC construido expresa y exclusivamente para la planta. Otra aplicación similar es la medición habitual de placas combustibles de plutonio para conjuntos críticos rápidos. Estos nuevos instrumentos han modificado profundamente el alcance de las medidas que corrientemente pueden realizar, y en efecto realizan, los inspectores en misión.

Instalaciones que se consideraban hasta hace pocos años como las de mayores dificultades, concretamente las plantas de fabricación de combustible de óxidos mixtos, se encuentran hoy en día entre aquellas en las que se puede obtener un mayor nivel de confianza. Esto no quiere decir que la aplicación de salvaguardias a estas instalaciones sea fácil. Lo que significa es que con los medios adecuados, es decir con instrumentos refinados y personal competente, se puede tener una gran confianza en los resultados de las medidas y en las salvaguardias.

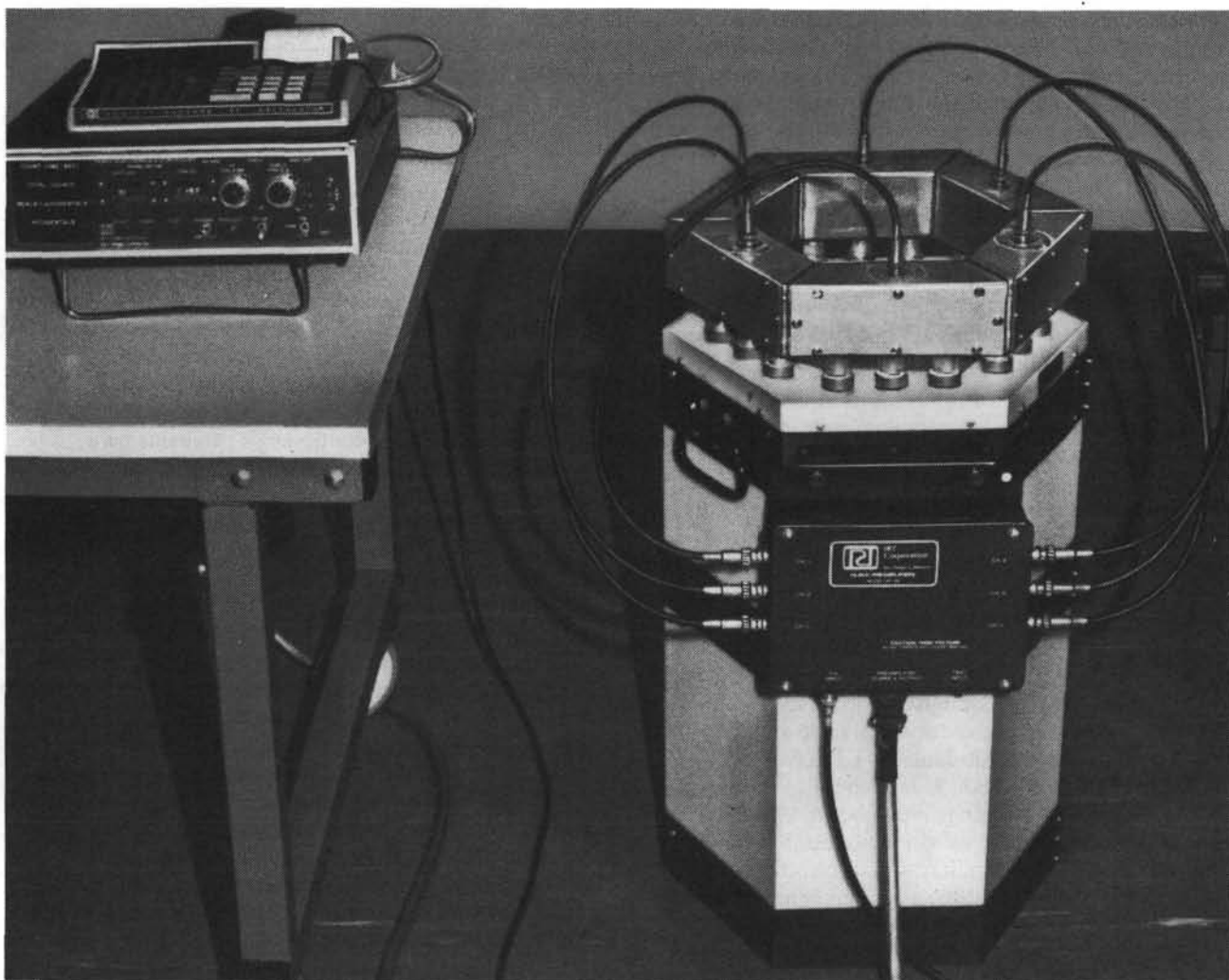


Figura 7. Contador de coincidencias neutrónicas en gran escala que puede ser utilizado como complemento del espectrómetro Silena para determinar la concentración del ^{240}Pu en una muestra.

Figura 8. Dispositivo de visión nocturna que puede utilizarse para detectar la radiación de Cerenkov emitida por el combustible agotado almacenado en piscinas de enfriamiento.



Lo esencial es la calidad de los instrumentos y la competencia del personal. Mientras que hace algún tiempo, una inspección típica consistía en un solo inspector que trabajaba un día con un SAM-II, hoy día las inspecciones más importantes precisan grupos de inspectores que trabajan durante varios días o una semana. Este tipo de inspecciones suscitan considerables problemas de administración de personal y logística.

También es mucho lo que se exige a cada miembro del grupo, pues se requiere facilidad para las relaciones humanas y un alto nivel de maestría técnica. Reunir, capacitar y mantener grupos como éstos es una de las tareas importantes del Departamento de Salvaguardias.

Pasando de las técnicas que requieren el trabajo en equipo a las que se prestan para una labor individual, cabe mencionar el dispositivo de observación del efecto de Cerenkov (Fig. 8). Como se ha indicado anteriormente, la verificación del combustible agotado ha sido, hasta hace poco, realizada por contención y vigilancia. Estos métodos no siempre tienen éxito y desde hace tiempo se deseaba disponer de otros más adecuados para la inspección de salvaguardias. Ahora se está comenzando a utilizar un dispositivo de observación que permite examinar de manera simple la característica radiación de Cerenkov que emite el combustible irradiado. Esta radiación, en condiciones adecuadas, se ve a simple vista como un resplandor verde-azulado. En malas condiciones de iluminación el resplandor se puede hacer visible, incluso aunque tenga muy poca intensidad, utilizando un dispositivo de visión nocturna, como los desarrollados con fines militares. Los dispositivos de visión nocturna, que se utilizan actualmente, adoptan la forma de un telescopio corto con lente de gran diámetro. La luz se amplifica mediante un convertidor electrónico de imagen incorporado. Cuando el observador mira por el telescopio puede ver, incluso casi en una oscuridad total, una imagen nítida. Se puede examinar a distancia el combustible irradiado e incluso distinguir los diferentes segmentos y varillas, según su grado de irradiación y su historial de almacenamiento.

Mediante la utilización de tales dispositivos de AND, los inspectores pueden verificar el uranio y el plutonio en las inspecciones ordinarias. Se están desarrollando otros varios instrumentos sofisticados de AND con el fin de conseguir unas mayores precisiones, el tratamiento automático de los datos y la verificación de los materiales nucleares incluso cuando se encuentran en formas complejas.

Si el Organismo puede estar seguro de que la cantidad y condiciones del material nuclear permanecen inalteradas, no es necesario realizar nuevas medidas en las inspecciones sucesivas. En lugar de ello, es posible colocar precintos en los contenedores, armarios, válvulas y cierres; y utilizar sistemas de filmadoras o de televisión para confirmar las declaraciones de los explotadores sobre el movimiento de los materiales.

El Organismo utiliza precintos metálicos para muchos fines. Estos dispositivos son simples y eficaces, pero requieren un trabajo considerable en la Sede para su

preparación, registro de su finalidad, y verificación una vez devueltos. Actualmente el Organismo coloca (y retira para su verificación) alrededor de 3000 precintos al año, y su sistema computadorizado de registros contiene el historial de más de 10 000 de ellos.

Cuando no es posible poner precintos, la continuidad de la información puede lograrse por medio de la vigilancia. La experiencia inicial del Organismo con las cámaras de vigilancia no fue satisfactoria. Aunque parezca en principio fácil concebir un sistema de filmadora que tome al azar una vista determinada, debe recordarse que las filmadoras del Organismo han de operar sin fallos, sin cuidados de ninguna clase, durante períodos de dos a tres meses, a veces en condiciones ambientales desfavorables. Semejante grado de fiabilidad todavía no se ha alcanzado, pero continúan los trabajos para conseguirlo. Algunos países están desarrollando sistemas fiables como ayuda al Organismo. Estos sistemas avanzados deben todavía ponerse en práctica sobre el terreno, aunque algunos están ya en fase de pruebas. Mientras tanto, los sistemas de filmadoras corrientes se han mejorado mediante su selección rigurosa y la realización de un amplio programa de pruebas en la Sede. Actualmente las cámaras fallan pocas veces y es todavía más raro el fallo simultáneo de las dos cámaras que forman un sistema. Se emplean sistemas de televisión para ciertos trabajos de vigilancia pero su coste y complejidad son prohibitivos excepto en casos especiales. La vigilancia — ya sea mediante sistemas de filmadora o de televisión — es muy importante para los inspectores en su trabajo de salvaguardias: en 1980 había más de 100 unidades filmadoras y más de 10 unidades de televisión en funcionamiento. Durante el mismo año se tomaron y evaluaron seis millones de fotografías.

Dado el gran incremento del número de inspecciones, el rápido crecimiento del personal inspector, la medida creciente en que se recurre al examen de los registros, y la introducción de métodos más sofisticados de AND, la capacitación cobra también cada día mayor importancia. Por ello los inspectores recién contratados suelen recibir de tres a seis meses de capacitación intensiva que incluye varios ejercicios sobre el terreno, antes de empezar a ejercer regularmente sus funciones de inspección.

La experiencia obtenida sobre el terreno por los inspectores del OIEA también proporciona datos valiosos para la gestión interna, especialmente con el fin de asegurar el aprovechamiento óptimo de los limitados recursos disponibles para el personal de inspección. El Organismo puede hoy día relizar buenas estimaciones del trabajo de inspección que requieren las diferentes instalaciones, del número de días de inspección en instalaciones que un inspector puede realizar al año, y de los ahorros que pueden esperarse de las oficinas exteriores y de los inspectores destacados fuera de la Sede. Toda esta información se ha aprovechado a fondo para determinar la distribución más adecuada del personal entre las secciones operacionales del Departamento de Salvaguardias. Estos datos son también útiles para poder prever cuántos inspectores de salvaguardias serán necesarios en el futuro.