



# IAEA BULLETIN

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

La publicación emblemática del OIEA | Octubre de 2022 | [www.iaea.org/es/bulletin](http://www.iaea.org/es/bulletin)



## SALVAGUARDIAS

Un día en la vida de un inspector de salvaguardias nucleares, pág. 4

Infografía: Ciclo de vida de una muestra, pág. 12

Cronología: Hitos en las salvaguardias del OIEA, pág. 16



### EL BOLETÍN DEL OIEA

es una publicación de la  
Oficina de Información

al Público y Comunicación (OPIC)

Organismo Internacional de Energía Atómica

Vienna International Centre

PO Box 100, 1400 Viena, Austria

Teléfono: (43-1) 2600-0

iaeabulletin@iaea.org

Directora editorial: Joanne Liou

Diseño: Ritu Kenn

Infografías: Adriana Vargas Terrones

El BOLETÍN DEL OIEA puede consultarse en línea en  
[www.iaea.org/es/bulletin](http://www.iaea.org/es/bulletin)

Podrá reproducirse libremente parte del material del OIEA contenido en el *Boletín del OIEA* siempre que se cite su fuente. En caso de que el material que quiera volverse a publicar no sea de la autoría de un miembro del personal del OIEA, deberá solicitarse permiso al autor o a la organización que lo haya redactado, salvo cuando se trate de una reseña.

Las opiniones expresadas en los artículos firmados que figuran en el *Boletín del OIEA* no representan necesariamente las del Organismo Internacional de Energía Atómica y este declina toda responsabilidad al respecto.

Portada:

Inspectores de salvaguardias del OIEA toman  
muestras ambientales.

(Fotografía: OIEA)

Síguenos en:



La misión del Organismo Internacional de Energía Atómica es evitar la proliferación de las armas nucleares y ayudar a todos los países, especialmente del mundo en desarrollo, a sacar provecho de los usos de la ciencia y la tecnología nucleares con fines pacíficos y en condiciones de seguridad tecnológica y física.

El OIEA, creado en 1957 como organismo independiente de las Naciones Unidas, es la única organización del sistema de las Naciones Unidas especializada en tecnología nuclear. Por medio de sus laboratorios especializados, únicos en su clase, transfiere conocimientos y competencias técnicas a sus Estados Miembros en ámbitos como la salud humana, la alimentación, el agua, la industria y el medio ambiente.

Además de proporcionar una plataforma mundial para el fortalecimiento de la seguridad física nuclear, el OIEA ha creado la *Colección de Seguridad Física Nuclear*, cuyas publicaciones, que gozan del consenso internacional, ofrecen orientaciones sobre ese tema. La labor del OIEA se centra igualmente en ayudar a reducir al mínimo el riesgo de que los materiales nucleares y otros materiales radiactivos caigan en manos de terroristas y criminales o de que las instalaciones nucleares sean objeto de actos dolosos.

Las normas de seguridad del OIEA proporcionan un sistema de principios fundamentales de seguridad y reflejan un consenso internacional sobre lo que constituye un alto grado de seguridad para proteger a la población y el medio ambiente contra los efectos nocivos de la radiación ionizante. Estas normas han sido elaboradas pensando en que sean aplicables a cualquier tipo de instalación o actividad nuclear destinada a fines pacíficos, así como a las medidas protectoras encaminadas a reducir los riesgos radiológicos existentes.

Mediante su sistema de inspecciones, el OIEA también verifica que los Estados Miembros utilicen los materiales e instalaciones nucleares exclusivamente con fines pacíficos, conforme a los compromisos contraídos en virtud del Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares y otros acuerdos de no proliferación.

La labor del OIEA es polifacética y se lleva adelante, con participación de muy diversos asociados, a escala nacional, regional e internacional. Los programas y presupuestos del OIEA se establecen mediante decisiones de sus órganos rectores: la Junta de Gobernadores, compuesta por 35 miembros, y la Conferencia General, que reúne a todos los Estados Miembros.

El OIEA tiene su Sede en el Centro Internacional de Viena y cuenta con oficinas sobre el terreno y de enlace en Ginebra, Nueva York, Tokio y Toronto. Además, tiene laboratorios científicos en Mónaco, Seibersdorf y Viena. Por otra parte, proporciona apoyo y financiación al Centro Internacional de Física Teórica "Abdus Salam", en Trieste (Italia).



# Salvaguardias del OIEA para la paz y la seguridad internacionales

Rafael Mariano Grossi, Director General del OIEA

El OIEA se creó en 1957 en respuesta a la potencia de la energía nuclear liberada por la primera reacción en cadena automantenida creada por los físicos 15 años antes. El Organismo tiene una doble misión: la de promover y controlar el átomo.

Entre el público el OIEA es más conocido como el “guardián nuclear” por su papel crucial en la tarea de prevenir la proliferación de las armas nucleares. Nuestras inspecciones *in situ*, que se llevan a cabo en el marco de un sólido sistema de salvaguardias, garantizan que el material nuclear diseñado para fines pacíficos no se desvíe para uso militar.

Las salvaguardias del OIEA tienen base científica y utilizan las tecnologías más avanzadas. En este *Boletín* se ofrece a los lectores una visión de ese trabajo. Por ejemplo, se describe la manera en que los avances tecnológicos, como las imágenes satelitales y la inteligencia artificial, enriquecen los instrumentos utilizados para recopilar y procesar la información.

El Departamento de Salvaguardias del OIEA está compuesto por unos 870 empleados, procedentes de casi 100 países, y de ese total se despliega regularmente un grupo básico de unos 275 inspectores para realizar actividades de verificación *in situ*. En esta publicación los inspectores comparten sus experiencias sobre el terreno y nos permiten echar un vistazo a su caja de herramientas.

El OIEA sigue estando a la altura del desafío de inspeccionar volúmenes cada vez mayores de material nuclear y un número creciente de instalaciones. En todo el mundo, hay más de

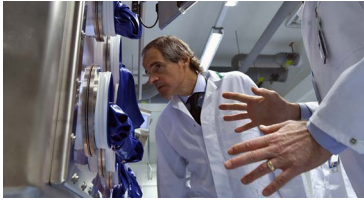
1300 instalaciones y otros lugares sometidos a las salvaguardias del OIEA. Solo en 2021, los inspectores del OIEA verificaron unos 27 900 precintos utilizados para contener el material nuclear o equipos críticos.

El Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares y los tratados regionales de zonas libres de armas nucleares obligan a los Estados no poseedores de armas nucleares a poner en vigor acuerdos de salvaguardias amplias (ASA) con el OIEA. Este año se cumplen 50 años de la entrada en vigor del primer ASA y 25 años del primer protocolo adicional. El Organismo presta apoyo a los Estados, que va desde misiones de examen por homólogos hasta servicios de formación y asesoramiento, para que puedan cumplir sus obligaciones en materia de salvaguardias.

En su condición de entidad mundial de inspección nuclear, el Organismo trabaja con diligencia para cumplir su deber de aplicar las salvaguardias en todos los continentes habitados. Nuestra labor de verificación independiente, objetiva y técnica contribuye de forma decisiva al régimen internacional de no proliferación y seguirá ayudando a fomentar la paz y la seguridad mundiales sin importar cuál sea el desafío.



(Fotografías: OIEA)



## 1 Salvaguardias del OIEA para la paz y la seguridad internacionales



## 4 Un día en la vida de un inspector de salvaguardias nucleares



## 6 Infografía: ¿Qué equipo se utiliza en las actividades de salvaguardias del OIEA?



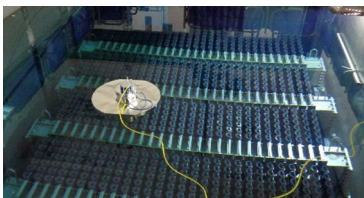
## 8 Un dispositivo pequeño, pero de gran efecto Precintos pasivos verificables sobre el terreno



## 10 Detección de material nuclear más pequeño que un alfiler



## 12 Infografía: Ciclo de vida de una muestra



## 14 La evolución de la tecnología de salvaguardias



## 16 Cronología: Hitos en las salvaguardias del OIEA





## 21 El apoyo a futuros profesionales de las salvaguardias nucleares



## 22 Incorporación de las salvaguardias en el diseño

Diseñar instalaciones nucleares teniendo en cuenta las salvaguardias



## 24 Las salvaguardias durante la COVID-19

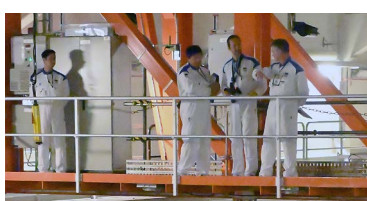


## 26 El cumplimiento de las obligaciones de salvaguardias con la asistencia del OIEA



## 28 Vinculación jurídica

Acuerdos de salvaguardias y protocolos



## 30 El compromiso de la industria

La aplicación de salvaguardias en un panorama nuclear cambiante

### PANORAMA MUNDIAL

## 31 Salvaguardias del OIEA

Reflexiones sobre el pasado y previsiones de futuro

— Massimo Aparo, Director General Adjunto y Jefe del Departamento de Salvaguardias del OIEA

### NOTICIAS DEL OIEA

## 32 Noticias del OIEA

## 36 Publicaciones

# Un día en la vida de un inspector de salvaguardias nucleares

Patricia Musoke-Zawedde y Teodor Nicula-Golovei

Los inspectores de salvaguardias nucleares viajan por todo el mundo, con frecuencia a lugares como centrales nucleares, minas de uranio, plantas de fabricación de combustible nuclear, instalaciones de enriquecimiento, reactores de investigación y emplazamientos de desechos nucleares. Viajan, a veces con un breve aviso previo, a instalaciones nucleares y otros lugares para verificar sobre el terreno el material y la tecnología nucleares de un país. “Nuestra labor es muy clara: verificar que el material nuclear se utilice con fines pacíficos”, dice Helly Diaz Marcano, Inspectora de Salvaguardias Nucleares del OIEA.

El OIEA es la única organización encargada de verificar el uso pacífico del material y la tecnología nucleares en todo el mundo y cumple ese mandato mediante la aplicación de sus salvaguardias. Se trata de una serie de medidas técnicas que permiten verificar que los Estados cumplen sus obligaciones internacionales en materia de no proliferación.

En 2021, unos 280 inspectores del OIEA pasaron en total más de 14 600 días sobre el terreno, en viajes que suelen implicar una importante logística. Los inspectores siguen procesos y procedimientos estrictos, pero también deben adaptarse a situaciones inesperadas.

Los miembros del grupo —normalmente compuesto por entre dos y diez inspectores, según el tipo de instalación— aprovechan las habilidades y capacidades de los demás e intercambian los conocimientos y experiencias de los que ya han visitado la instalación.

A continuación se ofrece una visión de lo que puede vivir un inspector del OIEA durante un día de trabajo sobre el terreno.

## Por la mañana

El inspector se asegura de que toda la documentación necesaria está en orden y carga el equipo de inspección en el vehículo del grupo. Tras un viaje que podría durar muchas horas, el grupo del OIEA llega a destino. En primer lugar, con la ayuda del personal de las instalaciones, el grupo del OIEA debe realizar controles de seguridad, lo que suele llevar alrededor de media hora. A continuación, los inspectores se reúnen con el explotador, el director de la instalación y otros representantes del Estado. El grupo examina las normas de seguridad tecnológica y de seguridad física y establece el programa del día. Tras la reunión, comienza a examinar los registros de la contabilidad de materiales nucleares de la instalación.

## Por la tarde

El grupo, acompañado por el explotador, ingresa en la instalación, para lo cual debe ponerse el equipo de protección personal (EPP). Se retiran los relojes, las joyas y otros accesorios, y se guardan los teléfonos, las llaves y las billeteras para evitar el riesgo de contaminación. Los inspectores pueden ponerse trajes de protección o batas de laboratorio en función del tipo de instalación. El cabello se protege con una red, una capucha o un casco. Los inspectores también llevan un dosímetro colgado al cuello para controlar los niveles de radiación y garantizar su seguridad personal.



A continuación, los inspectores se preparan para la parte más extenuante del trabajo: trabajar durante las siguientes cuatro a seis horas cargando hasta 15 kilos de instrumentos, herramientas y otros equipos. El equipo y las maletas deben llevarse en la mano durante la mayor parte de la inspección para evitar el riesgo de contaminación.

“Es un privilegio estar dentro de una instalación nuclear; puedes ver las maravillas de la ciencia y la tecnología nucleares justo delante de ti, —dice Dinesh Sharma, Inspector de Salvaguardias Nucleares del OIEA—. Pero también es un trabajo lleno de sorpresas. Cada inspección es única y conlleva sus propios desafíos”.

Para verificar el material nuclear con respecto a la declaración y los registros contables de un Estado, una inspección *in situ* de la instalación puede conllevar una serie de actividades. Por ejemplo, la verificación de las cámaras de vigilancia del OIEA que forman parte de los sistemas de vigilancia a distancia y automáticos; el examen de los precintos del OIEA para comprobar si han sido manipulados ilícitamente; o la colocación de un nuevo precinto en un contenedor, una escotilla o un cofre que contiene material nuclear.

Otra tarea puede ser contabilizar conjuntos de combustible nuclear gastado en una piscina de combustible gastado. Para ello, los inspectores se ubican en un puente que atraviesa la piscina y se sirven de cámaras personalizadas para verificar la presencia de combustible gastado. Mientras un inspector detecta con una cámara los conjuntos de combustible gastado, un colega ayuda a garantizar que lo detectado coincida con lo

notificado. El equipo del OIEA podría solicitar al explotador de la instalación que posicionara un conjunto combustible gastado en otro lugar para verificarlo más en profundidad, con la ayuda del explotador y del personal de la instalación.

También puede realizarse un muestreo ambiental, durante el cual los inspectores emplearán una gasa de algodón para recoger partículas de polvo de las superficies de la instalación. Las muestras anonimizadas se envían al laboratorio del OIEA en Seibersdorf (Austria), así como a otros laboratorios designados, para buscar rastros diminutos de material nuclear (véase la página 12).

## Por la tarde noche

El grupo del OIEA se reúne con el personal de la instalación a fin de analizar el trabajo del día y examinar las próximas etapas, que pueden incluir las actividades planificadas para el día siguiente, y de intercambiar la documentación que se enviará a la Sede del OIEA. Tras la reunión, el inspector coordinador pide a los demás inspectores que proporcionen un resumen de la jornada y asigna a cada uno partes del informe de inspección.

A pesar de las exigencias del trabajo, los inspectores de salvaguardias coinciden en que su labor es importante y gratificante. “Me siento como una ciudadana del mundo en una misión en aras de la paz y la seguridad”, dice Amina Agbab Uthman, Inspectora de Salvaguardias Nucleares del OIEA.

**Los inspectores de salvaguardias nucleares viajan por todo el mundo para verificar sobre el terreno el material y la tecnología nucleares de un país.**

(Fotografía: OIEA)





# ¿Qué equipo se utiliza en las actividades de salvaguardias del OIEA?

Para contar con salvaguardias nucleares eficaces es fundamental que los inspectores y las instalaciones estén dotados de los instrumentos adecuados. Los inspectores del OIEA utilizan equipos de más de 100 tipos para verificar el material nuclear. A continuación se muestran algunos de los instrumentos y equipos de los que dispone un inspector del OIEA para llevar a cabo sus actividades de verificación.

**El equipo de protección personal** incluye vestimenta y otros artículos que se llevan como protección frente a la contaminación radiactiva y condiciones ambientales adversas. Ese equipo consta de:



Redes, capuchas o cascos

Protección respiratoria

Batas de laboratorio o monos de trabajo

Dosímetros que monitorizan la exposición radiológica para que los inspectores se mantengan dentro de los límites recomendados.

Guantes

La mayoría de los equipos son transportados por personal del OIEA en estuches resistentes a golpes o enviados como carga

❶ Los **sistemas de vigilancia** automáticos registran datos procedentes de detectores de radiación, temperatura o presión con objeto de ofrecer una lista de actividades que se llevan a cabo en una instalación nuclear. Los datos se recopilan en una computadora industrial, ubicada en un armario con indicación de manipulación ilícita. Estos datos podrían ser obtenidos a distancia por el OIEA o almacenados localmente hasta que un inspector del OIEA acceda a ellos.

❷ Los **monitores portátiles de radiación en la superficie** se utilizan para buscar contaminación radiológica midiendo los niveles de radiación alfa, beta y gamma. Los monitores de contaminación en la superficie pueden emplearse en la mayoría de las instalaciones, así como en la Sede del OIEA, para comprobar el equipo y los artículos personales que regresan de las instalaciones nucleares.

❸ Las **cámaras de vigilancia** garantizan la continuidad entre inspecciones de los conocimientos sobre material nuclear y explotación de instalaciones. Están dotadas de sistemas de seguridad física de los datos y baterías de larga duración para evitar que su funcionamiento se vea interrumpido.



4 Los **kits de muestras de frotis ambientales** podrían utilizarse para tomar muestras de polvo capaces de revelar la presencia de partículas de material nuclear. En caso de encontrarse, esas partículas pueden indicar si se han llevado a cabo actividades nucleares no declaradas (véase la página 10).

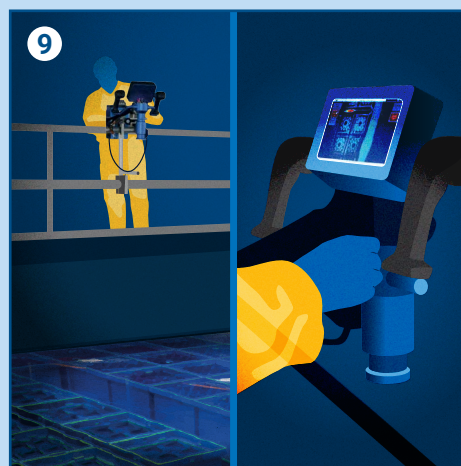
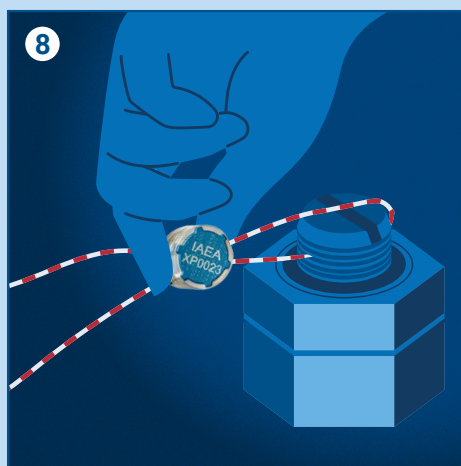
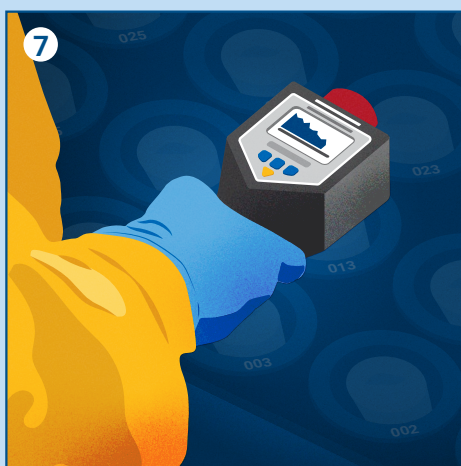
5 Los inspectores emplean **viales de análisis destructivos** para tomar muestras y transportarlas desde el terreno hasta los laboratorios de salvaguardias del OIEA. Una vez analizadas esas muestras, el OIEA puede caracterizar cuantitativa y cualitativamente el material nuclear.

6 La mayoría de los inspectores se sirven de **cámaras digitales o un sistema láser** para recopilar imágenes destinadas a efectuar comparaciones con las actividades nucleares declaradas. Esto ayuda a mantener la continuidad de los conocimientos dentro de las instalaciones nucleares.

7 Un **monitor portátil de espectrometría gamma** mide las fuentes de rayos gamma para detectar radionucleidos o enriquecimiento de uranio.

8 Los **precintos** se utilizan para verificar que no se han abierto contenedores o cofres que contienen material nuclear, equipo crítico de las instalaciones o equipo de monitorización y de otra índole del OIEA. Los precintos pueden ser pasivos, por ejemplo, en forma de chapa y de alambre, o activos, es decir, capaces de registrar electrónicamente si el precinto ha sido objeto de manipulación ilícita.

9 El **dispositivo de observación de la radiación Cherenkov de próxima generación** intensifica visualmente las características del brillo Cherenkov emitido durante el enfriamiento del combustible nuclear gastado almacenado en una piscina de combustible gastado. Gracias a este dispositivo, el inspector puede verificar el inventario declarado de combustible gastado mientras está almacenado en húmedo.





# Un dispositivo pequeño, pero de gran efecto

## Precintos pasivos verificables sobre el terreno

Jennifer Wagman

Una de las principales herramientas que utilizan los inspectores del OIEA para detectar el desvío y el uso indebido de material y tecnología nucleares es un dispositivo cuyo tamaño no supera el de una moneda. Este pequeño pero poderoso instrumento se llama precinto pasivo. Con él, un inspector de salvaguardias del OIEA puede cerrar un contenedor, una escotilla de acceso a una sala o un cofre de material nuclear, y volver años después para verificar si se ha abierto. En 2021, el OIEA verificó más de 17 000 precintos pasivos aplicados a material nuclear, a equipo crítico de instalaciones o a equipo del OIEA con fines de monitorización o de otra índole en instalaciones nucleares.

“Los precintos son un medio sencillo y eficaz para atender una importante necesidad en materia de verificación. Los precintos metálicos, utilizados en todo el mundo, son una parte importante del conjunto de herramientas empleadas por un inspector para verificar que las instalaciones y los materiales nucleares siguen adscritos a usos pacíficos”, declaró Joel Hoyt, Ingeniero Superior de Proyectos del OIEA al frente del proyecto de modernización de precintos.

Un precinto pasivo garantiza la continuidad de los conocimientos en relación con el material nuclear. Si el precinto no ha sido objeto de manipulación ilícita, el inspector sabe que el equipo o el material que encierra mantienen su integridad intacta. También se utiliza un precinto pasivo para garantizar la integridad de los instrumentos y equipos de verificación in situ del OIEA, como las cámaras de vigilancia.

**El inspector del OIEA Georges Rubinstein aplica un precinto del OIEA en una válvula de la central de Nuclear Fuel Services en West Valley (Nueva York), durante la primera inspección de salvaguardias que llevó a cabo el OIEA, en agosto de 1967, respecto del procesamiento del combustible gastado de un reactor nuclear de potencia.** (Fotografía: OIEA)

El precinto pasivo tradicional, que se viene utilizando desde la década de 1960, es un dispositivo de cobre y latón conocido como precinto metálico E CAP (CAPS). El CAPS es un precinto de bucle pasivo no reutilizable de uso general que se cierra encajando un doble tapón de cobre a la base. Tanto el tapón como su base llevan unas marcas únicas en la superficie interior para garantizar la autenticidad del precinto. La base metálica y su tapón sirven como punto de cierre con un hilo multifilar enhebrado entre ellos que rodea el elemento que se va a precintar. Una vez que el inspector confirma que el hilo y el cierre precintado no han sido objeto de manipulación ilícita, corta el hilo y lleva el precinto, la base y el hilo hasta la Sede del OIEA para su verificación.

### La modernización del precinto pasivo

Al idear el precinto pasivo de próxima generación, el OIEA tuvo en cuenta los avances en materiales, tecnologías modernas y técnicas de mecanizado a fin de diseñar un precinto eficaz que cumpliera los requisitos necesarios. Los prototipos del nuevo precinto se sometieron a condiciones de campo y situaciones extremas para confirmar si el diseño podía cumplir todos los requisitos. Como resultado se adoptó el precinto pasivo verificable sobre el terreno (FVPS), que está hecho de aluminio y policarbonato, puede aplicarse sin necesidad de herramientas y no precisa mantenimiento mientras está en uso ni baterías o componentes electrónicos como fuente de alimentación eléctrica.



Tanto los precintos CAPS como los nuevos FVPS llevan grabados en su superficie patrones únicos para garantizar que no podrán ser replicados o sustituidos, así como otras características de diseño que permiten saber si han sido objeto de manipulación ilícita. Sin embargo, una de las principales ventajas de los nuevos precintos FVPS es que pueden verificarse sobre el terreno.

El dispositivo utilizado para verificar los precintos emplea un programa informático personalizado, así como una lente especializada y un accesorio de luz alojados en un estuche a medida. Cuando un inspector coloca un nuevo precinto, se sirve de ese programa informático específico para ingresar información sobre el lugar donde se instala el precinto y tomar tres fotografías de referencia. Esas imágenes y los datos relacionados con la instalación se transmiten a la Sede del OIEA, lo cual simplifica el proceso de informes de las inspecciones. Cuando más adelante un inspector regresa a la instalación, toma fotografías con el dispositivo de verificación a fin de compararlas con las de referencia. De ese modo puede confirmar la integridad del precinto y si fue objeto de manipulación ilícita.

“Gracias a la técnica de verificación sobre el terreno con que cuenta el precinto, obtenemos resultados de verificación más rápidos y podemos reducir así la carga administrativa —señala Nicolette Seyffert, miembro del grupo dedicado al proyecto de implantación del nuevo precinto y Oficial de Seguridad de la



**Se aplican precintos metálicos a materiales nucleares, equipo crítico de instalaciones o equipo del OIEA con fines de monitorización o de otra índole en instalaciones nucleares.**

(Fotografía: OIEA)

Información en el OIEA—. Como el precinto dispone de un lector personalizado sobre el terreno, enseguida queda claro si ha sido objeto de manipulación ilícita, de modo que ya no es necesario llevarlo de vuelta a la Sede del OIEA en Viena”.

El OIEA ha producido el nuevo FVPS para utilizarlo a modo de prueba y se prevé ampliar su uso a partir de 2023. Con el tiempo, el nuevo FVPS reemplazará todos los precintos CAPS tradicionales.

**El nuevo precinto pasivo verificable sobre el terreno se puede aplicar sin necesidad de herramientas y no precisa mantenimiento mientras está en uso.** (Fotografía: OIEA)



# Detección de material nuclear más pequeño que un alfiler

Jennifer Wagman

El OIEA reúne a analistas y expertos para verificar que el material y la tecnología nucleares se utilizan únicamente con fines pacíficos. Ofrece garantías creíbles basadas en la información recopilada de las declaraciones oficiales de los Estados, las actividades de verificación sobre el terreno y otras informaciones de importancia para las salvaguardias. Una de las actividades que los inspectores del OIEA pueden realizar sobre el terreno es la toma y el análisis de muestras — principalmente material nuclear y muestras ambientales— de instalaciones nucleares y otros emplazamientos pertinentes. .

Desde la década de 1970 se toman muestras de material nuclear para su contabilización. Las muestras suelen contener cantidades de uranio del tamaño de un gramo y cantidades de plutonio que van de miligramos a microgramos. Estas muestras se empaquetan en viales especiales y contenedores protectores que se sellan de forma segura y se envían al Laboratorio de Materiales Nucleares del OIEA en Seibersdorf (Austria) para su análisis. En 2021 el Organismo tomó más de 700 muestras de material nuclear.

“Un proceso riguroso y con control de calidad garantiza que, desde la toma de muestras por los inspectores del OIEA hasta el análisis en los laboratorios del Organismo y la evaluación final de los resultados en Viena, los resultados sean correctos y se extraigan las conclusiones adecuadas”, afirma Steven Balsley, Director de la Oficina de Servicios Analíticos de Salvaguardias del OIEA.

**Inspectores de salvaguardias del OIEA toman muestras ambientales.**

(Fotografía: OIEA)

En la década de 1990 los inspectores del OIEA comenzaron a realizar muestreos ambientales, lo que resultó ser una de las herramientas más importantes para detectar materiales o actividades nucleares no declarados. Una muestra ambiental consiste en una gasa de algodón de 10 cm x 10 cm que un inspector de salvaguardias del OIEA pasa por una superficie para recoger millones de partículas diminutas de polvo. Este polvo contiene información que indica no solo la presencia de material nuclear, sino también el tipo de material (por ejemplo, plutonio separado o uranio altamente enriquecido), la edad y la presencia de otros materiales.

“Mediante el análisis de las gasas de algodón que los inspectores recogen sobre el terreno el OIEA puede detectar material nuclear con un peso inferior a la billonésima parte de un gramo”, dice Todd Mock, Analista de Información de Salvaguardias para el Muestreo Ambiental en el OIEA.

En 2021 el OIEA tomó más de 470 muestras ambientales. Alrededor del 80 % de estas fueron analizadas por 16 laboratorios externos que forman parte de la Red de Laboratorios Analíticos (RLA), y el resto se analizó en Seibersdorf en el Laboratorio de Muestras Ambientales (ESL) del OIEA. La RLA, certificada por el OIEA, está integrada por laboratorios externos en Estados Miembros del OIEA y en la Comisión Europea, que complementan la labor realizada en los propios laboratorios del OIEA en Seibersdorf.





## Cómo funciona el muestreo ambiental

El análisis de muestras ambientales exige un procesamiento meticuloso y una instrumentación muy delicada no solo para detectar trazas de material nuclear, sino también para garantizar que las muestras contengan partículas procedentes únicamente de la ubicación especificada. Antes de tomar la muestra, los inspectores realizan un control previo a la inspección, en el que frotan su propia ropa para detectar rastros de partículas procedentes del inspector que toma la muestra durante el proceso de muestreo.

Los inspectores toman las muestras ambientales en grupos de dos personas para reducir al máximo la contaminación. Un inspector se encarga de las muestras “sucias” y el otro del equipo de muestreo.

Cuando las muestras llegan al laboratorio, se anonimizan mediante un proceso por el que se vuelve a etiquetar cada muestra para garantizar un análisis independiente. A continuación, las muestras se analizan para detectar la presencia de radionucleidos. Los resultados del cribado se envían a los analistas de información, que asignan al menos dos laboratorios para que realicen un análisis más detallado de las muestras con instrucciones específicas.

Hay dos tipos básicos de análisis: el análisis volumétrico y el análisis de partículas.

Las técnicas de análisis volumétrico permiten detectar cantidades extremadamente pequeñas de material nuclear y se utilizan para determinar las cantidades de uranio y plutonio presentes en una muestra, así como la composición isotópica promedio. El OIEA ha utilizado este tipo de análisis desde mediados de la década de 1990 y es el mejor para detectar la presencia de trazas de material nuclear. Este tipo de análisis requiere que toda la muestra se disuelva en una solución, lo que puede llevar días. Posteriormente, con un equipo muy sofisticado se analizan las gotas de la solución de la muestra disuelta. El análisis volumétrico tarda en promedio entre tres y cuatro semanas por muestra.

El análisis de partículas, que suele llevar unos pocos días, se utiliza para determinar la composición isotópica del uranio y el plutonio en partículas individuales, lo que pone de manifiesto diferentes materiales y procesos. Para ello, se aspiran las partículas microscópicas de las muestras por frotis y se colocan en una plancheta que se analiza con instrumentos precisos para determinar la información isotópica. El OIEA ha utilizado espectrómetros de masas para el análisis de partículas desde 1999 y, en 2022, el OIEA instaló un nuevo espectrómetro de masas de emisión de iones secundarios de grandes dimensiones para mantener su capacidad de análisis de partículas al más alto nivel.

Tras los análisis, los resultados se cargan en una base de datos segura para su posterior evaluación y análisis por los expertos del OIEA en gestión de la información. Estos resultados se utilizan, junto con el resto de la información pertinente, para respaldar la extracción de conclusiones de salvaguardias.





# Ciclo de vida de una muestra

Jennifer Wagman

El muestreo de frotis ambiental es uno de los métodos utilizados por el OIEA para verificar la corrección y la exhaustividad de la declaración de material nuclear de un Estado, así como el uso que se hace de dicho material.



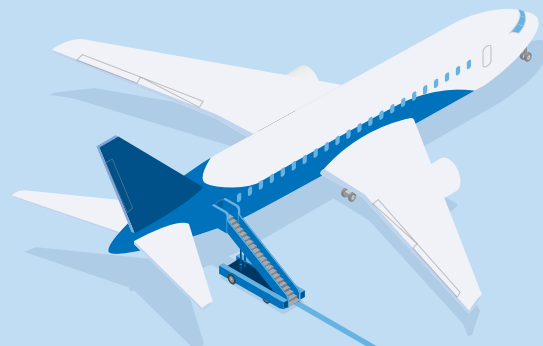
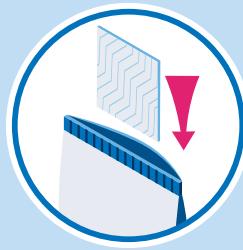
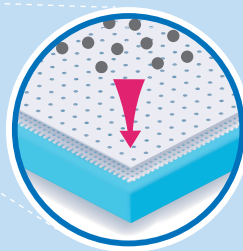
**PLAN DE ACTIVIDADES DE VERIFICACIÓN**  
Cada año, inspectores, analistas, especialistas y otros expertos técnicos planifican actividades para verificar que un Estado cumple sus obligaciones de salvaguardias.

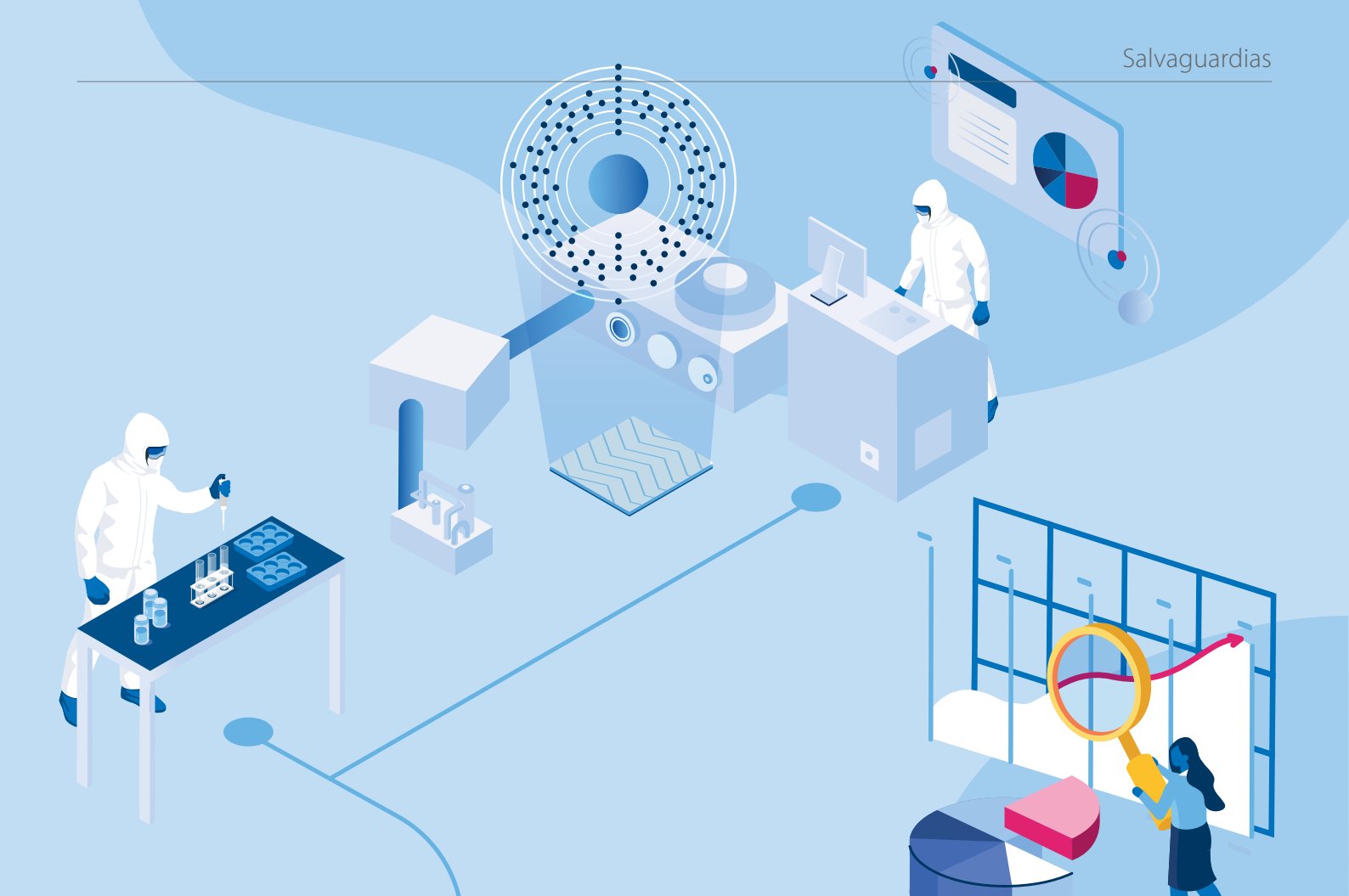
**PREPARACIÓN DEL EQUIPO**  
Se da a los inspectores paquetes que contienen kits de muestreo ambiental y otros suministros, como viales recubiertos de plomo y otros instrumentos y equipos con diseños especiales.



**TOMA DE MUESTRAS**  
Cuando está en el lugar de muestreo, el inspector toma muestras pasando por una superficie una gasa que puede recoger trazas diminutas de partículas.

**TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS**  
Cada gasa se introduce en una bolsa de plástico por separado. Posteriormente se juntan todas estas bolsas, cada una con una gasa y su documentación, y se colocan en una bolsa de plástico más grande que se entrega en mano a los laboratorios del OIEA o se envía mediante un proceso de transporte seguro.





### RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS

Una vez que reciben las muestras, los laboratorios del OIEA las examinan para determinar su radiactividad y las anonimizan mediante un código especial. A continuación, se distribuyen entre el Laboratorio de Muestras Ambientales del OIEA en Seibersdorf (Austria) y 16 laboratorios de todo el mundo que están cualificados para analizar muestras ambientales.

### ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

Los laboratorios emplean diversas técnicas analíticas para determinar diferentes características de una muestra, como la composición isotópica del uranio y el plutonio. Posteriormente esa información se carga en una base de datos electrónica segura.

### EVALUACIÓN DE LOS DATOS

Los analistas procesan e interpretan los datos para elaborar informes de evaluación y comparan estos resultados con la declaración del Estado sobre materiales nucleares.

### CONCLUSIONES DE SALVAGUARDIAS

Los Grupos de Evaluación a nivel del Estado examinan los informes de evaluación y las demás informaciones de importancia para las salvaguardias de la que dispone el OIEA. Estos grupos, compuestos por inspectores, analistas, especialistas y otros expertos, determinan si el Estado cumple sus obligaciones de salvaguardias. Los resultados de esa evaluación se publican cada año en el *Informe sobre la Aplicación de las Salvaguardias*



# La evolución de la tecnología de salvaguardias

Teodor Nicula-Golovei y Jennifer Wagman

Las salvaguardias del OIEA se basan en la información que proporcionan los Estados, las inspecciones que realizan los inspectores de salvaguardias del Organismo y otra información de importancia para las salvaguardias. Los instrumentos utilizados para recopilar y procesar esta información evolucionan constantemente al ritmo de los avances tecnológicos. Gracias a los esfuerzos internacionales por desarrollar estas tecnologías, los inspectores y analistas de salvaguardias nucleares llevan más de 60 años pudiendo verificar que el material y la tecnología nucleares siguen adscritos a usos pacíficos.

“La inteligencia artificial, la robótica y los avances en la detección de la radiación y en las imágenes satelitales son algunas de las novedades tecnológicas que ya empiezan a influir en la aplicación de salvaguardias internacionales — explica Carrie Mathews, Oficial del OIEA de Coordinación de la Divulgación en materia de Salvaguardias—. Gracias a la tecnología, los inspectores pueden aprovechar mejor el tiempo que están sobre el terreno y concentrarse en las inspecciones y no en elaborar informes o en hacer otras tareas repetitivas”.

A continuación se presentan algunos ejemplos de avances tecnológicos que pueden aumentar la eficacia y la eficiencia de la aplicación de las salvaguardias del OIEA.

## Imágenes satelitales

Para aplicar las salvaguardias, el OIEA recopila y evalúa distintos tipos de información de importancia para estas con

**Izquierda: Exposición de equipos de salvaguardias del OIEA en la Segunda Conferencia de las Partes encargada del Examen del Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares (TNP), celebrada en agosto de 1980.** (Fotografía: OIEA)

**Derecha: Dispositivo de observación de la radiación Cherenkov de nueva generación.** (Fotografía: D. Calma/OIEA)



el fin de verificar que los Estados cumplen sus obligaciones de no proliferación. Un ejemplo de ello es la información procedente de fuentes de libre acceso, como las imágenes satelitales comerciales. “El análisis de las imágenes satelitales comerciales complementa la información que facilitan los Estados y se ha convertido en un recurso importante para verificar sus declaraciones”, dice Marc Lafitte, Jefe de la Sección de Análisis de la Infraestructura de los Estados del OIEA. Este análisis se utiliza de manera sistemática en las siguientes actividades de salvaguardias:

- verificación de la exactitud y la exhaustividad de la información facilitada por los Estados;
- prestación de asistencia para la planificación de actividades sobre el terreno;
- detección de cambios y monitorización de la actividad en emplazamientos relacionados con el ciclo del combustible nuclear, y
- detección de posibles actividades no declaradas.

En los últimos años se han ampliado mucho las capacidades para analizar imágenes satelitales. El proceso de análisis se ha visto mejorado no solo por el número cada vez mayor de satélites de observación de la Tierra que ofrecen imágenes ópticas, sino también por los radares de imágenes comerciales, los nuevos sensores infrarrojos y los videos a partir de imágenes satelitales. Gracias a estas fuentes de imágenes asociadas a las nuevas técnicas, los analistas pueden evaluar en profundidad las instalaciones relacionadas con la energía nuclear para apoyar el proceso de evaluación de los Estados y cumplir los requisitos de verificación del OIEA de forma más eficaz.

## Robótica

En 2019 el OIEA organizó un Concurso de Robótica que dio lugar al desarrollo del dispositivo de observación de la radiación Cherenkov (CVD) robotizado, un instrumento de superficie automatizado que se utiliza para verificar las barras



de combustible nuclear gastado almacenadas en las piscinas de combustible gastado. En 2022, el OIEA anunció que el CVD robotizado había superado con éxito el primer ensayo sobre el terreno. Una vez obtenga la licencia para la verificación de salvaguardias, este robot flotante podrá propulsarse por la superficie de una piscina de combustible gastado y generar imágenes de alta calidad del brillo Cherenkov que emite el combustible gastado. El CVD robotizado reducirá el tiempo necesario para verificar el combustible nuclear gastado en las piscinas de combustible gastado y facilitará la verificación de las zonas a las que resulta más difícil acceder.

“Esperamos que esta solución no solo mejore la exactitud de las mediciones, sino que también aumente la eficacia de la verificación, tanto para el OIEA como para el operador de la instalación nuclear”, sostiene Dimitri Finker, Especialista en Previsión Tecnológica del OIEA.

## Inteligencia artificial y aprendizaje automático

Uno de los ejemplos más recientes de las nuevas tecnologías que utiliza el OIEA son los algoritmos basados en el aprendizaje, llamados redes neuronales o, más comúnmente, inteligencia artificial y aprendizaje automático.

Gracias a la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, los analistas e inspectores pueden centrarse en las actividades de mayor valor mediante la automatización de los procesos rutinarios, el apoyo a la toma de decisiones por los seres humanos y la garantía de la calidad y la exactitud de los datos a través de la detección de errores.

Los analistas del OIEA examinan grandes cantidades de datos recopilados por múltiples fuentes, como la videovigilancia. En 2021, el OIEA mantuvo más de 1300 cámaras de vigilancia en instalaciones nucleares de todo el mundo. Estas cámaras funcionan ininterrumpidamente para dar continuidad al

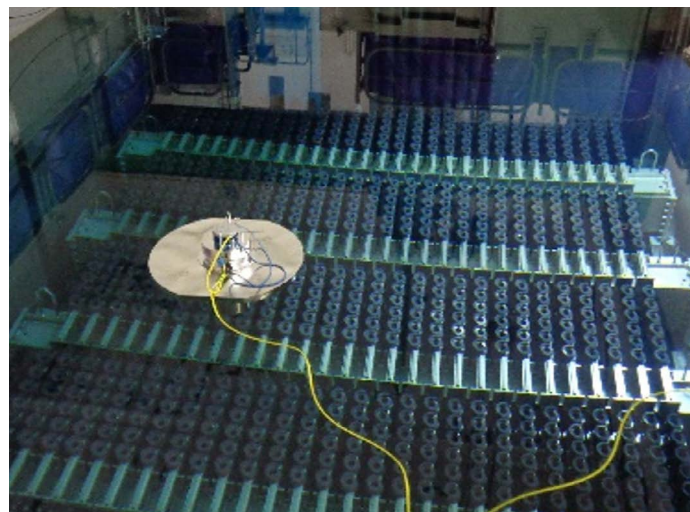
conocimiento sobre los materiales e instalaciones nucleares y permiten a los inspectores de salvaguardias verificar que no hay acceso no declarado al material ni uso indebido de la instalación. En la mayoría de los casos se utilizan múltiples sistemas de cámaras de vigilancia que producen una gran cantidad de datos que los inspectores tienen que examinar. La inteligencia artificial es la base de la próxima generación de programas informáticos de examen de la vigilancia que permiten analizar estos datos de forma eficiente.

Además de ayudar en el examen de los datos de vigilancia, la inteligencia artificial y el aprendizaje automático pueden fortalecer la recopilación, la integración y el análisis de múltiples fuentes de información. Con la ayuda de la inteligencia artificial es posible analizar de forma más eficiente la información declarada por los Estados sobre el diseño de las instalaciones y la contabilidad de materiales nucleares, la información recopilada durante las inspecciones, así como la información de libre acceso que es de importancia para las salvaguardias. La inteligencia artificial también puede detectar sucesos relacionados con la seguridad física de la información y responder a ellos. El OIEA utiliza herramientas comerciales que llevan integrada la inteligencia artificial para hacer frente a las ciberamenazas y a la manipulación de los equipos, así como para la autenticación y el cifrado de información sensible.

Además de los progresos en la tecnología nuclear, las técnicas de salvaguardias evolucionan constantemente. Hay nuevos avances en el horizonte y el OIEA está estudiando proactivamente cómo utilizar las tecnologías innovadoras en beneficio de su misión de verificación.

**Izquierda: Análisis de imágenes satelitales.** (Fotografía: D. Calma/OIEA)

**Derecha: Realización de pruebas con el dispositivo de observación de la radiación Cherenkov robotizado en una piscina de combustible nuclear gastado.** (Fotografía: OIEA)







of Comprehensive  
Safeguards Agreements

# 60 años de actividades de verificación del OIEA



of Additional Protocols



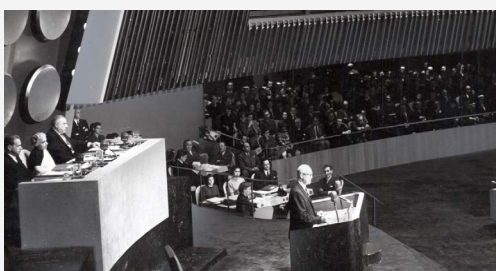


# Hitos en las salvaguardias del OIEA

## Década de 1950

1953

### Átomos para la paz



El presidente de los Estados Unidos, Dwight D. Eisenhower, pronuncia el discurso “Átomos para la paz”, en el que pide la creación de un organismo internacional de energía atómica.

1957

### Establecimiento del OIEA

Entra en vigor el Estatuto del OIEA, en el que se establece el OIEA como organismo internacional autónomo, autorizado “a establecer y aplicar salvaguardias”.

1959

### Primera aplicación de salvaguardias



La Junta de Gobernadores del OIEA aprueba la primera aplicación de salvaguardias a tres toneladas de uranio natural suministradas por el Canadá al Japón.

## Década de 1960

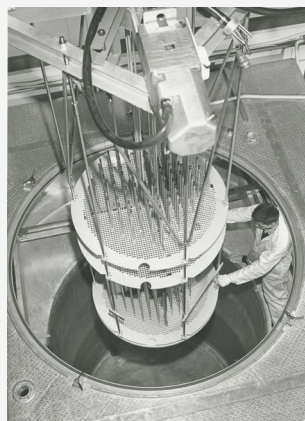
1961

### Imposición de salvaguardias a los reactores de investigación

La Junta de Gobernadores del OIEA aprueba el primer acuerdo modelo (INFCIRC/26) para aplicar salvaguardias a los reactores de investigación.

1962

### Primera verificación por el OIEA



El OIEA lleva a cabo su primera actividad de verificación sobre el terreno en un reactor de investigación situado en Noruega.

1968

### Primer acuerdo de salvaguardias en una ZLAN

México se convierte en el primer país en aceptar la aplicación de salvaguardias del OIEA a todo su material nuclear, en relación con el establecimiento de la primera zona libre de armas nucleares (ZLAN) a nivel regional en América Latina y el Caribe.

## Década de 1970

1970

### Mandato de verificación en el TNP

Entra en vigor el Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares (TNP), en virtud de cuyo artículo III se confían al OIEA responsabilidades clave de verificación para verificar el cumplimiento de las obligaciones asumidas por los Estados no poseedores de armas nucleares que son Partes en el Tratado.

1972

### Entrada en vigor del primer acuerdo de salvaguardias en relación con el TNP

Entra en vigor el primer acuerdo de salvaguardias amplias (ASA), concertado entre el OIEA y Finlandia en relación con el TNP, con lo que se allana el camino para que las actividades de salvaguardias del OIEA se amplíen notablemente en las siguientes décadas.



of Comprehensive Safeguards Agreements

1974

### Laboratorio Analítico de Salvaguardias

Se inaugura en Seibersdorf (Austria) el Laboratorio Analítico de Salvaguardias, especializado en el análisis de muestras de material nuclear.

## Década de 1990

1991

### Detección de actividades y materiales nucleares no declarados

El descubrimiento de un programa clandestino de armas nucleares en el Iraq pone de relieve las limitaciones de una aplicación de salvaguardias centrada exclusivamente en las instalaciones y los materiales nucleares declarados de un Estado.

1991

### Confirmación del desmantelamiento

Tras la adhesión de Sudáfrica al TNP, el OIEA desempeña un papel clave en la tarea de confirmar que se ha desmantelado el antiguo programa de armas nucleares del país. Esta experiencia demuestra los beneficios de un alto grado de cooperación entre un Estado y el OIEA.

1993

### Corrección y exhaustividad de las declaraciones de los Estados

Después de que el OIEA descubriera incoherencias en el informe de la República Popular Democrática de Corea (RPDC) sobre material nuclear, la Junta de Gobernadores confirma la importancia de que el OIEA verifique no solo la corrección sino también la exhaustividad de las declaraciones de los Estados con arreglo a los ASA.

1993

### Fortalecimiento de las salvaguardias



Tras revelarse la existencia de actividades y materiales nucleares no declarados en el Iraq a principios de los años 90, el OIEA emprende el Programa 93+2 para seguir reforzando la eficacia de las salvaguardias.

1996

### Primer muestreo ambiental

El OIEA introduce el muestreo ambiental como medida de salvaguardias para detectar indicios de actividades o materiales nucleares no declarados.

1997

### Protocolo adicional

La Junta de Gobernadores aprueba el Modelo de Protocolo Adicional, que brinda al OIEA un mayor acceso a la información y los lugares con fines de verificación, y Australia pasa a ser el primer país en poner en vigor un protocolo adicional (PA).



of Additional Protocols



## Década de 2000

### 2001

#### Primer enfoque de salvaguardias a nivel de un Estado

El OIEA aplica el primer enfoque de salvaguardias a nivel de un Estado (ENE) para Australia, en el que se optimiza la aplicación de las salvaguardias integrando las medidas de salvaguardias a disposición del OIEA en virtud del ASA y el PA del país.

### 2002

#### Análisis de imágenes satelitales



El OIEA establece una unidad de análisis de imágenes satelitales para mejorar sus capacidades de detección de actividades y materiales nucleares no declarados.

### 2003

#### Redes de suministro nuclear ilícito

Las investigaciones reveladas por Libia en relación con armas nucleares no declaradas hacen que el OIEA centre más su atención en las posibles repercusiones de las redes de suministro ilícito y la globalización en la proliferación nuclear.

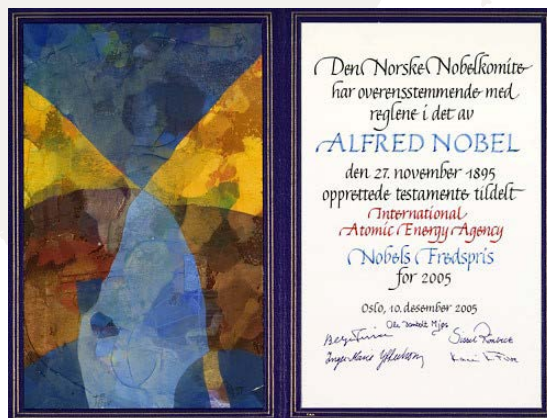
### 2005

#### Protocolo sobre pequeñas cantidades modificado

La Junta de Gobernadores resuelve una deficiencia del sistema de salvaguardias del OIEA aprobando un texto revisado del protocolo sobre pequeñas cantidades (PPC) y criterios modificados para ese instrumento. En el nuevo PPC se restablecen el requisito de notificación por parte de los Estados y el derecho del OIEA a realizar inspecciones.

### 2005

#### Premio Nobel de la Paz



El OIEA y su Director General fueron galardonados con el Premio Nobel de la Paz "por sus esfuerzos por impedir que la energía nuclear se utilice con fines militares y velar por que el uso de la energía nuclear con fines pacíficos sea lo más seguro posible".

### 2006

#### El OIEA, el Irán y el Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas

Después de que la Junta de Gobernadores hallara en 2005 que la República Islámica del Irán estaba incumpliendo sus obligaciones de salvaguardias, el Director General transmite al Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas su informe sobre el programa nuclear del país.

## Década de 2010

2016

### Ampliación del alcance de la verificación con arreglo al PAIC

El OIEA comienza a llevar a cabo las actividades de verificación y vigilancia del cumplimiento de los compromisos del Irán relacionados con la energía nuclear según se establece en el Plan de Acción Integral Conjunto (PAIC) y, al mismo tiempo, continúa verificando las obligaciones del país en relación con el TNP con arreglo a su ASA.

## 2020s

2020

### Fortalecimiento de los SNCC

El Director General pone en marcha una iniciativa de creación de capacidad llamada COMPASS, a fin de ayudar a los Estados a reforzar la eficacia de sus autoridades nacionales y de sus sistemas nacionales de contabilidad y control de material nuclear (SNCC).

2020

### La pandemia de COVID-19 y las salvaguardias

Pese a los retos sin precedentes planteados por la pandemia de COVID 19, la aplicación de salvaguardias continúa: el OIEA lleva a cabo todas las actividades necesarias sobre el terreno y extrae conclusiones de salvaguardias respecto de todos los Estados con acuerdos de salvaguardias en vigor.





# El apoyo a futuros profesionales de las salvaguardias nucleares

Teodor Nicula-Golovei y Farnaz Lyla Alimehri

Con el objetivo de apoyar a la próxima generación de profesionales de la no proliferación nuclear, el OIEA busca la participación de estudiantes organizando concursos para jóvenes, ofrece becas y pasantías, y emplea a jóvenes profesionales a medida que inician su carrera en ámbitos como el de la verificación nuclear.

“La próxima generación deberá desempeñar un papel indispensable en el fortalecimiento de la no proliferación y la promoción de los usos pacíficos de la energía nuclear”, declaró Rafael Mariano Grossi, Director General del OIEA, en el evento dedicado a la promoción de la agenda sobre jóvenes, no proliferación y desarme que se celebró en agosto de 2022, en paralelo a la Décima Conferencia de las Partes encargada del Examen del Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares.



## Concursos para jóvenes

En 2022, el OIEA invitó a estudiantes a participar en un concurso celebrado con motivo del 14º Simposio sobre Salvaguardias Internacionales que tuvo lugar en la Sede del OIEA del 31 de octubre al 4 de noviembre. Se les encomendó la tarea de preparar trabajos sobre temas relacionados con la evolución de las salvaguardias hasta la fecha, entre ellos, abordar los desafíos actuales, anticiparse a un panorama cambiante y prepararse para él, poner las innovaciones al servicio de las aplicaciones de salvaguardias, y encontrar maneras de lograr la participación de la gente y de ampliar alianzas. Se recibieron unas 40 propuestas de todo el mundo. Una vez examinadas por el comité de selección del OIEA, se seleccionaron tres ganadores, procedentes de Australia, los Estados Unidos de América y Rumania. Los autores de los trabajos vencedores recibieron el apoyo del OIEA para asistir presencialmente al Simposio a fin de presentar sus trabajos y contribuir así al diálogo sobre el pasado, el presente y el futuro de las salvaguardias nucleares internacionales.

“En el Simposio de este año queremos contar también con voces nuevas y voces que todavía no se hayan escuchado, además de con profesionales ya versados en salvaguardias”, afirmó Jenni Rissanen, Jefa del Equipo de Planificación Estratégica de Salvaguardias y Secretaria Científica del Simposio.

## Programas de becas y pasantías

En 2020, el OIEA puso en marcha su Programa de Becas Marie Skłodowska-Curie, que tiene por objeto ayudar a aumentar el número de mujeres en el ámbito nuclear y apoyar así una fuerza de trabajo inclusiva. Las becas se conceden cada año a un máximo de 150 estudiantes seleccionadas, en función de la disponibilidad de fondos.

El Programa apoya a profesionales emergentes ofreciéndoles becas y la oportunidad de realizar una pasantía y permite a mujeres jóvenes acceder al OIEA y al ámbito nuclear en general y adquirir ideas y conocimientos sobre estos. La diversidad de cada promoción de estudiantes genera mayores oportunidades de aprendizaje e intercambio y crea una comunidad de apoyo en favor de un compromiso continuo.

Inna Rodina, actual beneficiaria del Programa de Becas Marie Skłodowska Curie, finalizó su maestría en estudios de no proliferación y terrorismo, y trabajó en la Academia Técnica de Rosatom, el Centro de Estudios sobre Energía y Seguridad Física de Moscú y el Centro de Viena para el Desarme y la No Proliferación.

“Mi experiencia profesional me llevó a seguir con interés el trabajo del OIEA —cuenta la Sra. Rodina, que, como parte de su beca, está realizando una pasantía en el equipo de planificación estratégica de salvaguardias del OIEA—. Al poder incorporarme al Organismo, estoy viendo de primera mano cómo el OIEA emplea medidas técnicas para verificar que el material y la tecnología nucleares siguen adscritos a usos pacíficos, desalentando así la propagación de armas nucleares”, añade.

El OIEA ofrece pasantías a estudiantes y al alumnado recién egresado como una oportunidad para que adquieran experiencia laboral práctica acorde con sus estudios o intereses y conozcan el trabajo del Organismo. Además, el Programa de Funcionarios Subalternos del Cuadro Orgánico, basado en un acuerdo entre los Estados Miembros y el OIEA, ofrece una oportunidad a jóvenes profesionales para que adquieran experiencia profesional en el trabajo.

# Incorporación de las salvaguardias en el diseño

## Diseñar instalaciones nucleares teniendo en cuenta las salvaguardias

Jeremy Whitlock

En un contexto en el que las innovaciones y las tecnologías más recientes siguen ofreciendo nuevas posibilidades, la experiencia ha demostrado que lo más eficaz es diseñar instalaciones nucleares teniendo en cuenta las salvaguardias desde el principio. El concepto conocido como la “incorporación de las salvaguardias en el diseño” se basa en contemplar los requisitos de salvaguardias durante la fase de planificación, antes de emprender la construcción o la modificación de una instalación nuclear.

“Tener presentes las salvaguardias desde las primeras etapas del proceso de diseño y construcción facilita el diálogo entre las partes interesadas sobre cómo va a funcionar la instalación y las medidas de salvaguardias aplicables”, explica Traci Newton, Analista Superior de Salvaguardias del OIEA. El objetivo de incorporar las salvaguardias en el diseño es facilitar el desarrollo de métodos de verificación que reduzcan al mínimo el impacto en el operador, sin reducir la eficacia de las actividades de salvaguardias y el acceso del OIEA a las instalaciones para fines de verificación. “Incorporar las salvaguardias en el diseño mejora la eficiencia de las salvaguardias porque ayuda al OIEA a optimizar su aplicación”, afirma la Sra. Newton. La planificación de las actividades de verificación previstas permite diseñar las instalaciones de forma que se reduzca al mínimo la exposición

potencial del personal de inspección a la radiación, se mejore el acceso al equipo de salvaguardias para llevar a cabo tareas de mantenimiento, se garantice la existencia de capacidades para transmitir datos a distancia desde el emplazamiento y se mitigue la incidencia de los sucesos que puedan perturbar el funcionamiento normal de la instalación.

Por ejemplo, a la hora de diseñar una instalación de almacenamiento de combustible nuclear gastado es importante tener en cuenta la aplicación de los precintos del OIEA, de modo que las actividades de salvaguardias puedan llevarse a cabo durante años con perturbaciones mínimas en las operaciones de la instalación inspeccionada. Además, una planificación temprana permite dar cierta flexibilidad a la infraestructura de la instalación para integrar futuras innovaciones tecnológicas que pueden beneficiar tanto al operador como al OIEA en la aplicación de las salvaguardias.

La incorporación de las salvaguardias en el diseño exige a los diseñadores de instalaciones un conocimiento detallado de los requisitos de salvaguardias. Por ese motivo, uno de los objetivos clave del OIEA en relación con la incorporación de las salvaguardias en el diseño es sensibilizar a los reguladores nucleares y a la comunidad de investigación y desarrollo sobre estos requisitos.





## Incorporar las salvaguardias en el diseño de futuros reactores

El OIEA ha publicado una colección de orientaciones dividida en siete partes en la que se trata la aplicación del concepto de incorporación de las salvaguardias en el diseño a todos los aspectos del ciclo del combustible nuclear, desde la planificación inicial y el diseño hasta la construcción, la explotación, la gestión del combustible gastado y la clausura. En la colección se ofrece asesoramiento a responsables de la toma de decisiones, diseñadores, proveedores de equipo y posibles compradores al tiempo que se consideran los factores económicos, operacionales y de seguridad tecnológica y física relacionados con el diseño de una instalación nuclear.

Los reactores modulares pequeños (SMR) constituyen una nueva oportunidad para incorporar las salvaguardias en el diseño, ya que presentan diseños de reactores, procesos de combustible y acuerdos de suministro innovadores. Los SMR ofrecen importantes posibilidades de expansión de la energía nuclear gracias a que sus plazos de construcción son más breves, presentan una mayor adaptabilidad y tienen características de seguridad inherente. Se tienen en cuenta las disposiciones en materia de salvaguardias durante todo el desarrollo de estos nuevos reactores, lo que evitará la necesidad de realizar cambios progresivos una vez finalizada su construcción.

“Es necesario someter a salvaguardias todos los reactores nucleares de un Estado que tiene un acuerdo de salvaguardias amplias con el OIEA, independientemente del tamaño o la tecnología, incluidos los SMR —dice la Sra. Newton—. Trabajar con el OIEA en las primeras fases del diseño de un reactor permite incorporar consideraciones de salvaguardias

en el diseño y la planificación de este, de modo que la verificación nuclear puede hacerse de la forma más eficaz y eficiente posible con una carga mínima para el operador”.

El OIEA participa en debates sobre la incorporación de las salvaguardias en el diseño a través de su programa de apoyo a los Estados Miembros (PAEM). El PAEM posibilita un intercambio abierto de información sobre el diseño entre los países interesados, los diseñadores de reactores y el OIEA. El OIEA también hace partícipes a otras partes interesadas a través del Foro de Reguladores de SMR, que reúne a expertos en seguridad nuclear tecnológica y física para hablar sobre los desafíos y compartir experiencias relacionadas con la regulación de los SMR.

Varios países están construyendo o planificando SMR y otros muchos han manifestado su interés en esta tecnología. En respuesta a las solicitudes para abordar los desafíos y facilitar el despliegue oportuno de SMR, en 2021 se creó la Plataforma del OIEA sobre los SMR y sus Aplicaciones. La Plataforma es una ventanilla única que da acceso a toda la gama de apoyo y conocimientos técnicos del OIEA en materia de SMR, desde el desarrollo y el despliegue de tecnología hasta la seguridad tecnológica nuclear, la seguridad física nuclear y las salvaguardias (véase la página 32).

“Gracias a las actividades que realiza el OIEA para incorporar las salvaguardias en el diseño, el Organismo estará preparado para aplicar salvaguardias eficaces y eficientes en las instalaciones recién construidas o modernizadas, y en particular en los SMR”, concluye la Sra. Newton.

**Un inspector de salvaguardias nucleares del OIEA verifica una cámara de vigilancia, un tipo de medida que se tiene en cuenta durante el diseño o la modificación de instalaciones nucleares.**

(Fotografía: OIEA)



# Las salvaguardias durante la COVID 19

Megan Porter

La pandemia de COVID 19 afectó a todas las partes del mundo y sus repercusiones trascendieron las preocupaciones inmediatas de la salud pública y los sistemas sanitarios. Durante el período de mayores restricciones causadas por la COVID 19, el OIEA finalizó casi el mismo número de actividades de verificación que antes de la aparición de la pandemia. Para llevar a cabo su misión, los inspectores y los técnicos del OIEA tuvieron que adaptarse y hacer frente a las siguientes medidas en todo el mundo:

- **Restricciones a los viajes:** Debido a las restricciones y cancelaciones de los vuelos comerciales resultó difícil llegar a muchos países, e incluso algunos quedaron completamente inaccesibles, por medio de la aviación comercial. Las medidas relacionadas con la inmigración, como permitir la entrada únicamente a ciudadanos y residentes, también dificultaron la posibilidad de acceder a algunos países.
- **Restricciones dentro de los países:** Las restricciones al movimiento de personas y a la disponibilidad de bienes y servicios, como el alojamiento en hoteles, también plantearon desafíos logísticos.
- **Restricciones de acceso a las oficinas y los laboratorios del OIEA:** En consonancia con los confinamientos impuestos a nivel nacional, el personal del OIEA en Viena y Seibersdorf (Austria) trabajó desde casa durante varios

períodos de 2020 y 2021. Medidas similares se impusieron en las oficinas regionales de salvaguardias del OIEA ubicadas en Tokio y Toronto. Estas restricciones provocaron demoras y plantearon dificultades, sobre todo en lo que respecta a labores que debían llevarse a cabo en un entorno seguro.

- **Restricciones de acceso a instalaciones y emplazamientos:** Debido a las restricciones de acceso a instalaciones nucleares y otros lugares resultó difícil finalizar algunas actividades de salvaguardias sobre el terreno.
- **Requisitos en materia de salud y seguridad:** El personal estuvo sujeto a la exigencia de guardar cuarentena, utilizar equipo adicional de protección personal (EPP) y someterse a pruebas PCR (reacción en cadena de la polimerasa) obligatorias.

Estas medidas tuvieron consecuencias importantes en la aplicación de las salvaguardias del Organismo y en su capacidad para realizar actividades de verificación sobre el terreno.

## Abordar los desafíos

La estrecha colaboración entre los Estados y el OIEA —y especialmente Austria, país anfitrión del OIEA— fue esencial para hacer frente a restricciones a los viajes y obstáculos operativos en constante cambio.

“Al adaptarse a las circunstancias y aplicar soluciones específicas para afrontar situaciones particulares, el OIEA logró mantener su capacidad para extraer conclusiones de salvaguardias independientes y bien fundamentadas”, afirma John Coyne, Jefe de Continuidad de las Actividades de Salvaguardias y Director de la Oficina de Sistemas de Información y Comunicación del OIEA.

Entre las medidas inmediatas adoptadas por el Organismo cabe mencionar la priorización de las actividades de salvaguardias y labores de verificación en las que el tiempo es un factor crítico; el almacenamiento de equipo de salvaguardias y EPP fuera de la Sede del OIEA para garantizar que los inspectores y técnicos pudieran acceder a estos; la creación de una oficina centralizada temporal con

## Salvaguardias del OIEA en

# 2021

Verificación del uso pacífico del material nuclear

186 Estados  
con acuerdos de  
salvaguardias en vigor  
de los cuales

138 Estados  
tenían protocolos  
adicionales en vigor

26 Estados  
con acuerdos de  
salvaguardias amplias y  
protocolos sobre pequeñas  
cantidades originales

70 Estados  
con acuerdos de  
salvaguardias amplias y  
protocolos sobre pequeñas  
cantidades enmendadas

226 116  
cantidades  
significativas  
de material  
nuclear

1 334  
instalaciones  
nucleares  
y lugares  
situados  
fuera de las  
instalaciones



147 millones  
presupuesto ordinario  
+23 millones extrapresupuestarios



873 funcionarios  
de 97 países

Se realizaron  
3 042  
verificaciones  
sobre el terreno



14 649  
días sobre el terreno

2 136  
días de cuarentena  
en los países

Se verificaron

27 900 precintos  
en material nuclear, equipo crítico  
de las instalaciones o equipo desalvaguardias  
del OIEA en instalaciones nucleares



Se tomaron

473  
muestras ambientales  
705  
muestras de material nuclear



Se obtuvieron

1 786  
imágenes satelitales  
comerciales



Se vigilaron a distancia

148  
instalaciones



Se utilizaron

1 072  
sistemas de análisis no destructivo  
para medir el material nuclear



Se mantuvieron

1 378  
cámaras de vigilancia en  
instalaciones nucleares





un equipo dedicado a examinar y monitorizar cada día las actividades de verificación sobre el terreno, y la facilitación de pruebas PCR con el apoyo de servicios médicos locales antes de los viajes en comisión de servicio y al regreso de estos.

A más largo plazo, el OIEA implantó medidas como las siguientes:

- **Vuelos chárteres:** Por primera vez en la historia del Organismo, se fletaron servicios aéreos para transportar a inspectores y personal técnico.
- **Reorientación de la planificación:** Se adaptaron los planes anuales de aplicación (PAA), en los que se especifican las actividades de salvaguardias sobre el terreno y en la Sede que se llevarán a cabo con respecto a un Estado, a fin de centrarse en los objetivos de salvaguardias en los que el tiempo es un factor fundamental y que tienen plazos específicos de ejecución.
- **Función de las oficinas regionales de salvaguardias:** Gracias a la disponibilidad de personal residente en las oficinas regionales del OIEA en Tokio y Toronto, hubo menos dificultades en la aplicación de salvaguardias en el Japón y el Canadá en comparación con otros países (aproximadamente el 24 % de todas las inspecciones anuales de salvaguardias del OIEA se llevan a cabo en el Canadá y el Japón).
- **Monitorización a distancia:** Más de 1700 flujos de datos siguieron proporcionando imágenes de instalaciones de 30 países a la Sede del OIEA en Viena.
- **Desempeño del personal:** Los inspectores y el personal técnico del Organismo hicieron esfuerzos extraordinarios para cumplir sus funciones. Por ejemplo, miembros del personal se aislaron durante un período de hasta 14 días antes de empezar su trabajo y se embarcaron en su misión sin saber de antemano cómo ni cuándo regresarían a Viena.
- **Apoyo en la Sede:** El personal en la Sede del OIEA también gestionó la logística de los viajes y otros desafíos. Los ingenieros y técnicos de equipo trabajaron para adquirir y suministrar EPP a fin de garantizar la salud y la seguridad, al tiempo que el Laboratorio de Materiales Nucleares (NML) producía desinfectante de manos para paliar la escasez internacional.

## Más allá de la COVID 19: continuación de las actividades de verificación

Si bien la pandemia planteó desafíos singulares, el OIEA consiguió llevar a cabo toda su labor crítica de verificación *in situ*. Esto fue el resultado de un importante ajuste de los procesos y los flujos de trabajo. Han proseguido el análisis de la información y el trabajo de equipo conexas interactivo que realiza el personal del Organismo; se tramitaron los informes y las declaraciones de los países y la retroinformación conexa; se mantuvieron a niveles casi normales la evaluación de los balances de material nuclear y el análisis de muestras



**Durante la pandemia de COVID-19, el OIEA fletó vuelos para inspectores y personal técnico por primera vez en su historia.**

(Fotografía: OIEA)

ambientales, y el OIEA siguió recopilando, procesando y evaluando otra información de importancia para las salvaguardias, como información de libre acceso.

En 2021, el OIEA efectuó más de 3000 actividades de verificación sobre el terreno y pasó más de 14 600 días sobre el terreno, lo que representa un regreso a la tendencia prepandemia de aumento en las actividades de verificación nuclear sobre el terreno en todo el mundo.

“El OIEA se adaptó satisfactoriamente a las restricciones relacionadas con la COVID 19 y también pudo completar las actividades de verificación sobre el terreno que se arrastraban de 2020, —señala el Sr. Coyne—. Si bien en algunos países se siguen aplicando restricciones a los viajes, incluidas las exigencias de guardar cuarentena, el Organismo aumentó su esfuerzo de verificación para seguir cumpliendo con su mandato”.

Durante 2021, el OIEA llevó a cabo actividades de verificación en más de 1300 instalaciones nucleares y lugares situados fuera de las instalaciones en todo el mundo, al tiempo que el número de cantidades significativas de material nuclear sometido a salvaguardias aumentó en un 2,1 % hasta alcanzar más de 226 000. Una cantidad significativa es la cantidad aproximada de material nuclear con la que no se puede excluir la posibilidad de fabricar un dispositivo nuclear explosivo.

La experiencia adquirida durante la pandemia de COVID 19 y los consiguientes cambios en algunas de las prácticas y procedimientos del OIEA han permitido al Organismo seguir cumpliendo su mandato en una época de desafíos sin precedentes.

# El cumplimiento de las obligaciones de salvaguardias con la asistencia del OIEA

Yoshiko Yamada

El OIEA presta asistencia para ayudar a los Estados a cumplir sus obligaciones de salvaguardias nucleares. Esta asistencia incluye capacitación, misiones de examen por homólogos, aprendizaje en línea y un portal cifrado para enviar declaraciones de salvaguardias y comunicarse con el OIEA de forma segura.

Muchas de estas actividades contribuyen a la eficacia de las autoridades nacionales o regionales encargadas de la aplicación de las salvaguardias (ANR) y sus respectivos sistemas nacionales o regionales de contabilidad y control de material nuclear (SNCC o SRCC). El desempeño de las autoridades nacionales de salvaguardias y sus SNCC repercute considerablemente en la eficacia y la eficiencia de la aplicación de salvaguardias del OIEA. El Estado, en virtud de un acuerdo de salvaguardias amplias (ASA), debe establecer un SNCC, que constituye la base de la notificación por el Estado de su material nuclear al OIEA.

“La existencia de una alianza sólida entre el Estado y el OIEA es clave para la aplicación satisfactoria de las salvaguardias, —afirma Rafael Mariano Grossi, Director General del OIEA—. Con la asistencia que el OIEA ofrece a los Estados, resulta inspirador ver las numerosas y diversas actividades realizadas con éxito para atender las necesidades de los Estados en relación con los SNCC.”

## COMPASS

En septiembre de 2020, el OIEA puso en marcha la Iniciativa Integral de Creación de Capacidad del OIEA para los SNCC y las ANR (conocida como COMPASS). Con esta iniciativa se sigue ampliando el apoyo del Organismo a los Estados en su labor de fortalecer y sostener sus SNCC y sus ANR. En la iniciativa COMPASS se emplea un enfoque a medida para prestar asistencia multidisciplinar diseñada para atender las necesidades específicas de cada Estado, ya sea en esferas jurídicas, administrativas o técnicas. La asistencia de COMPASS se basa en el apoyo existente del OIEA a los Estados en materia de salvaguardias, y se presta en forma de divulgación entre las partes interesadas, adquisición de equipo, puesta en común de conocimientos especializados, apoyo en tecnología de la información, becas y visitas científicas, capacitación y coaching, y asistencia en la elaboración de marcos jurídicos y reguladores en relación con las salvaguardias. COMPASS reúne estas actividades en un mecanismo único, racionalizado y polifacético destinado a aumentar la eficacia y la coordinación.

Durante el período de prueba de dos años, siete Estados receptores han trabajado con el OIEA, con el respaldo de 14 Estados y de la Comisión Europea, en la ejecución de COMPASS: Arabia Saudita, Guatemala, Jordania, Malasia, Rwanda, Türkiye y Uzbekistán.

En la siguiente fase de COMPASS, el Organismo llevará a cabo una misión del Servicio de Asesoramiento del OIEA sobre Salvaguardias y SNCC (ISSAS) para cada uno de los Estados que reciben el apoyo de esta iniciativa.

## Misiones de servicios de asesoramiento y de examen

Previo solicitud, el OIEA lleva a cabo misiones ISSAS para asesorar sobre el establecimiento y fortalecimiento de los SNCC o los SRCC. ISSAS ofrece un examen por homólogos destinado a entender las necesidades y elabora un plan de acción acordado con miras a mejorar las capacidades técnicas y la eficacia de los SNCC y los SRCC. También posibilita debates en profundidad entre los representantes del Estado, el grupo del personal del OIEA y expertos externos. A partir de estos debates, se recopilan recomendaciones y sugerencias en un informe confidencial destinado al Estado y se proporcionan las bases para el establecimiento de objetivos nacionales encaminados a mejorar el desempeño del SNCC.

En 2021 se actualizaron las directrices ISSAS (publicación N° 13 (Rev. 1) de la *Colección de Servicios del OIEA*) para incluir en ellas los criterios que deben tener en cuenta los países para llevar a cabo una autoevaluación. Gracias a ello, los países pueden ser más proactivos en la evaluación de SNCC al prepararse para las misiones de los servicios de asesoramiento. La primera misión en la que se utilizó este enfoque de autoevaluación se llevó a cabo en Bangladesh en 2022.

## Capacitación

Los cursos de capacitación sobre salvaguardias del OIEA se ofrecen a escala nacional, regional e interregional. En 2021, el OIEA acogió 16 cursos de capacitación (presenciales y virtuales) para más de 200 expertos de 50 Estados. Estos cursos pueden ir desde seminarios web para tratar una actividad concreta, hasta cursos internacionales de capacitación de dos semanas de duración organizados por un Estado asociado. En estos cursos de dos semanas se abarcan todos los aspectos de la aplicación de salvaguardias.



Por ejemplo, los Estados aprenderán sobre sus obligaciones jurídicas, las actividades de verificación que realiza el OIEA y los tipos de información que el Estado debe proporcionar al OIEA. Esta capacitación está concebida específicamente para garantizar una aplicación más eficaz de las salvaguardias por parte de las ANR y los SNCC.

El OIEA organiza un Programa de Capacitación en Salvaguardias para graduados jóvenes y profesionales subalternos de países en desarrollo. Los participantes, nombrados por sus respectivos gobiernos, amplían sus aptitudes y competencias técnicas a través de capacitación práctica, mentoría, talleres y aprendizaje en instalaciones nucleares. En 2022, por primera vez, el OIEA ofreció también un curso adicional de dos semanas de duración titulado “Introducción al OIEA y las Salvaguardias”, dirigido a jóvenes profesionales de países cuyo ciclo del combustible nuclear era limitado o inexistente. En el curso se presentaron conocimientos amplios sobre las salvaguardias del OIEA, otras esferas de trabajo del Organismo e iniciativas conexas que el OIEA ofrece en apoyo a los Estados.

Las misiones del Examen Integrado de la Infraestructura Nuclear (INIR) están concebidas para ayudar a los países a evaluar el estado de su infraestructura nacional para implantar un programa nucleoelectrico. Estas misiones abarcan 19 temas relacionados con la infraestructura, entre ellos el tema de las salvaguardias. Entre la asistencia en materia de salvaguardias que se proporciona a estos y otros países en fase de incorporación al ámbito nuclear figura el fortalecimiento del SNCC para dar cabida a los requisitos de salvaguardias asociados con la explotación de centrales nucleares.

## Recursos en la web

Desde el inicio de la pandemia de COVID 19, el OIEA ha ampliado sus actividades de divulgación y capacitación a través de su portal en línea específico: la Ciberplataforma de Aprendizaje para la Enseñanza y la Capacitación en el Ámbito Nuclear (CLP4NET). A través de este portal, que cuenta con más de 1000 usuarios registrados, se puede acceder a diversas actividades de aprendizaje, entre las que se encuentran cinco grabaciones de seminarios web recientes, cuatro cursos de autoaprendizaje y 19 clases virtuales sobre temas relacionados con las salvaguardias, así como a materiales didácticos y documentos de orientación descargables.



**La misión del ISSAS en Bangladesh fue la primera en la que se utilizó un nuevo componente de autoevaluación.**

(Fotografía: OIEA)

El OIEA también sigue ampliando y promoviendo el Portal de Declaraciones de los Estados (SDP), un portal web para la presentación de declaraciones e informes de salvaguardias. El SDP permite un intercambio de información eficiente y moderno que ahorra tiempo y esfuerzos tanto a los Estados que lo utilizan como al OIEA. El SDP utiliza múltiples barreras de seguridad para garantizar la confidencialidad y seguridad de los datos y ofrece un registro histórico de todos los intercambios de comunicación.

“El OIEA ofrece a los países numerosos programas de divulgación y creación de capacidad y tiene la intención de ampliar los esfuerzos,—señala Rebecca Stevens, Jefa de Grupo para la Capacitación de los Estados Miembros en el OIEA—. Estamos centrados en el futuro para seguir cooperando con las autoridades y siempre acogemos con agrado sus aportaciones sobre el modo en que podemos ayudarles.”

# Vinculación jurídica

## Acuerdos de salvaguardias y protocolos

Joanne Liou

Los tratados y acuerdos sobre la no proliferación, así como los acuerdos de salvaguardias concertados con el OIEA, establecen los fundamentos jurídicos de las salvaguardias del OIEA y sus actividades de verificación. El OIEA actúa como inspección internacional de salvaguardias en virtud del Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares (TNP). El TNP, que entró en vigor en 1970, tiene como objetivo prevenir la propagación de armas nucleares, promover la cooperación en los usos pacíficos de la tecnología nuclear y promover la meta de lograr el desarme nuclear.

Con 191 Partes —186 Estados no poseedores de armas nucleares (ENPAN) y 5 Estados poseedores de armas nucleares (EPAN), a saber, China, los Estados Unidos de América, la Federación de Rusia, Francia y el Reino Unido—, el TNP es el tratado con mayor número de adhesiones en el ámbito de la no proliferación nuclear.

El OIEA desempeña una función indispensable en la aplicación del artículo III del TNP, en el que se dispone que cada ENPAN debe concertar un acuerdo de salvaguardias amplias (ASA) con el OIEA para que este pueda verificar el cumplimiento de las obligaciones asumidas por ese Estado en virtud del Tratado.

### Acuerdo de salvaguardias amplias

Los acuerdos de salvaguardias concertados antes de que el TNP entrara en vigor se conocían como acuerdos de salvaguardias específicos para partidas, en virtud de los cuales el OIEA aplicaba salvaguardias al material nuclear, a las instalaciones y al equipo que se especificaban en esos acuerdos. En virtud de los ASA, los países deben declarar al OIEA todo el material nuclear presente en todas las actividades pacíficas —no solo partidas específicas— y el OIEA tiene la obligación de cerciorarse de que se apliquen salvaguardias para verificar

que ese material no se desvíe hacia armas nucleares u otros dispositivos nucleares explosivos.

En 1971, la Junta de Gobernadores del OIEA aprobó el documento INFCIRC/153 y pidió al Director General que lo utilizara como base para negociar acuerdos de salvaguardias amplias entre el OIEA y los ENPAN. En ese documento, en el que se esboza la estructura y el contenido de los ASA, se especifican los derechos y las obligaciones de las partes, se detallan las medidas y procedimientos de salvaguardias que han de aplicarse —por ejemplo, el suministro de información y las inspecciones—, y se dispone el establecimiento de sistemas nacionales de contabilidad y control del material nuclear, la designación de inspectores del OIEA y los privilegios e inmunidades del OIEA y sus inspectores. En 1972 Finlandia se convirtió en el primer país en concertar y poner en vigor un ASA, mientras que Guinea Bissau se convirtió, en 2022, en el último país en haber puesto en vigor un acuerdo de ese tipo.

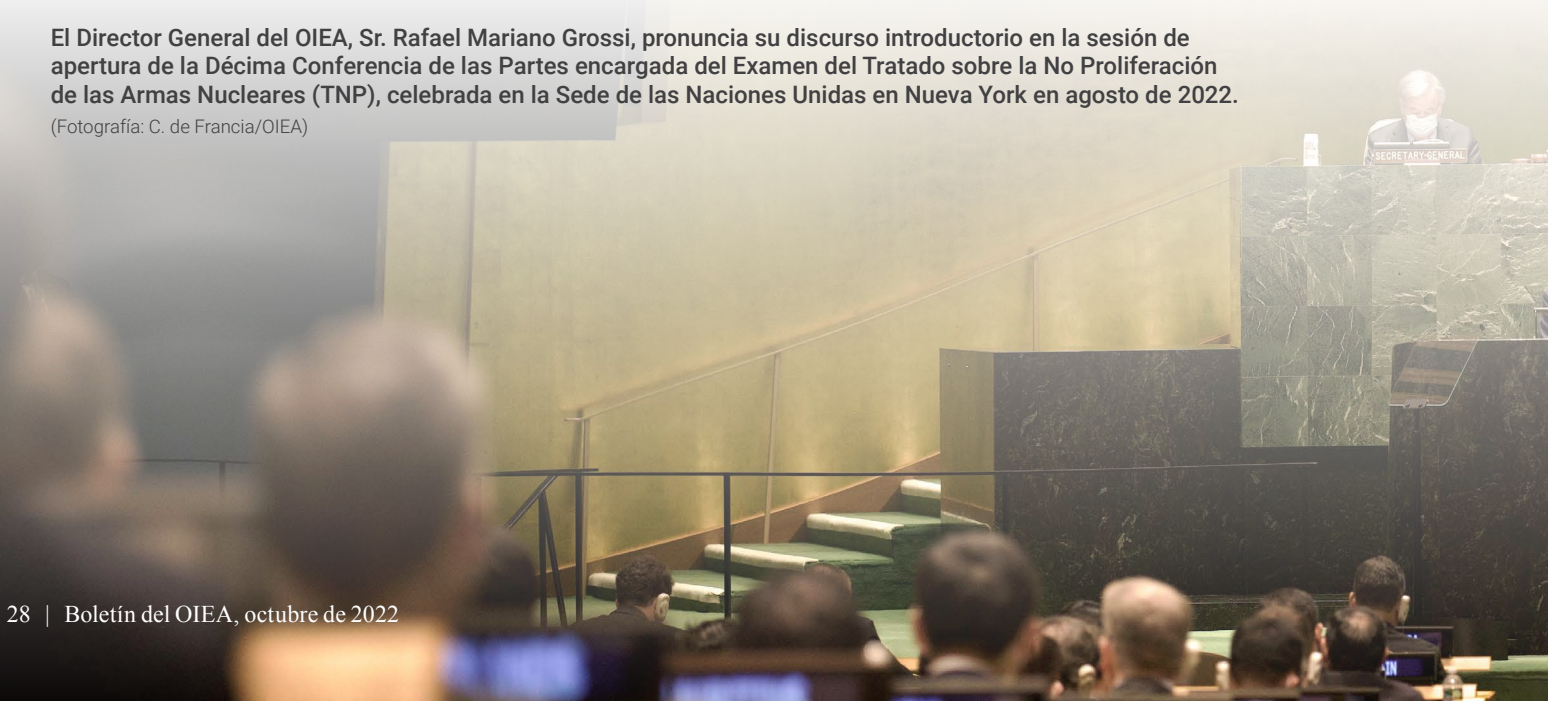
### Protocolo adicional

De los 181 Estados con un ASA en vigor, 135 también tienen protocolos adicionales (PA) en vigor. En mayo de 1997, la Junta de Gobernadores del OIEA aprobó el Modelo de Protocolo Adicional para fortalecer la eficacia y aumentar la eficiencia del sistema de salvaguardias, como contribución a los objetivos de no proliferación mundial. El PA amplía el acceso del OIEA a información y lugares en Estados que tienen acuerdos de salvaguardias amplias en vigor.

En virtud de los PA, el OIEA tiene acceso con breve preaviso a cualquier edificio de un emplazamiento nuclear, así como a todas las partes del ciclo del combustible nuclear de un Estado y a actividades relacionadas con la investigación y el desarrollo en las que no se emplee material nuclear. El OIEA también puede tomar muestras ambientales de lugares específicos.

El Director General del OIEA, Sr. Rafael Mariano Grossi, pronuncia su discurso introductorio en la sesión de apertura de la Décima Conferencia de las Partes encargada del Examen del Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares (TNP), celebrada en la Sede de las Naciones Unidas en Nueva York en agosto de 2022.

(Fotografía: C. de Francia/OIEA)





El Modelo de Protocolo Adicional que figura en el documento INFCIRC/540 sirve de texto estándar para concertar PA a los ASA. En 2022 se cumplen 50 años de la entrada en vigor del primer ASA y 25 años de la aprobación del Modelo de Protocolo Adicional y la entrada en vigor del primer PA.

## Protocolo sobre pequeñas cantidades

En la década de 1970, el OIEA incorporó el protocolo sobre pequeñas cantidades (PPC) para los Estados con actividades nucleares mínimas o inexistentes, a fin de reducir al mínimo la carga que suponía la aplicación de salvaguardias en esos Estados. La Junta de Gobernadores revisó este protocolo en 2005 al reconocer que el PPC original constituía un punto débil en el sistema de salvaguardias, puesto que el OIEA no podía recibir declaraciones sobre materiales e instalaciones nucleares ni llevar a cabo actividades de verificación sobre el terreno en esos Estados.

El PPC revisado restablece la obligación del Estado de proporcionar al OIEA un informe inicial sobre todo el material nuclear, así como el derecho del OIEA a realizar inspecciones sobre el terreno. Además, los países con instalaciones nucleares o que tengan previsto implantarlas ya no pueden concertar PPC a sus respectivos ASA.

En la Décima Conferencia de las Partes encargada del Examen del TNP, celebrada en agosto de 2022, el Director General del OIEA, Rafael Mariano Grossi, instó a todos los países que aún no lo habían hecho a que pusieran en vigor sus respectivos ASA, modificaran sus PPC y concertaran un PA que permitiera al OIEA llevar a cabo eficazmente su misión de verificación nuclear. “Un régimen de salvaguardias, complementado con un protocolo adicional y un protocolo sobre pequeñas cantidades enmendado, puede darnos la confianza que necesitamos de que los Estados que usan energía nuclear para el bienestar de su pueblo no ocultan nada”, declaró el Sr. Grossi.

## Acuerdo de ofrecimiento voluntario

Los cinco EPAN en el marco del TNP no tienen la obligación de concertar acuerdos de salvaguardias con el OIEA en virtud de ese Tratado; sin embargo, estos cinco Estados han suscrito acuerdos de ofrecimiento voluntario (AOV). En virtud de un AOV, el Estado ofrece de forma voluntaria un listado de instalaciones que el OIEA podría elegir para la aplicación de salvaguardias. Los AOV también contribuyen a los objetivos de no proliferación.

En el Reino Unido, por ejemplo, el OIEA aplica salvaguardias a grandes cantidades de plutonio. Para los envíos de material nuclear desde un EPAN a un ENPAN también es más eficiente verificar el material y aplicar precintos en el punto de origen en un EPAN.

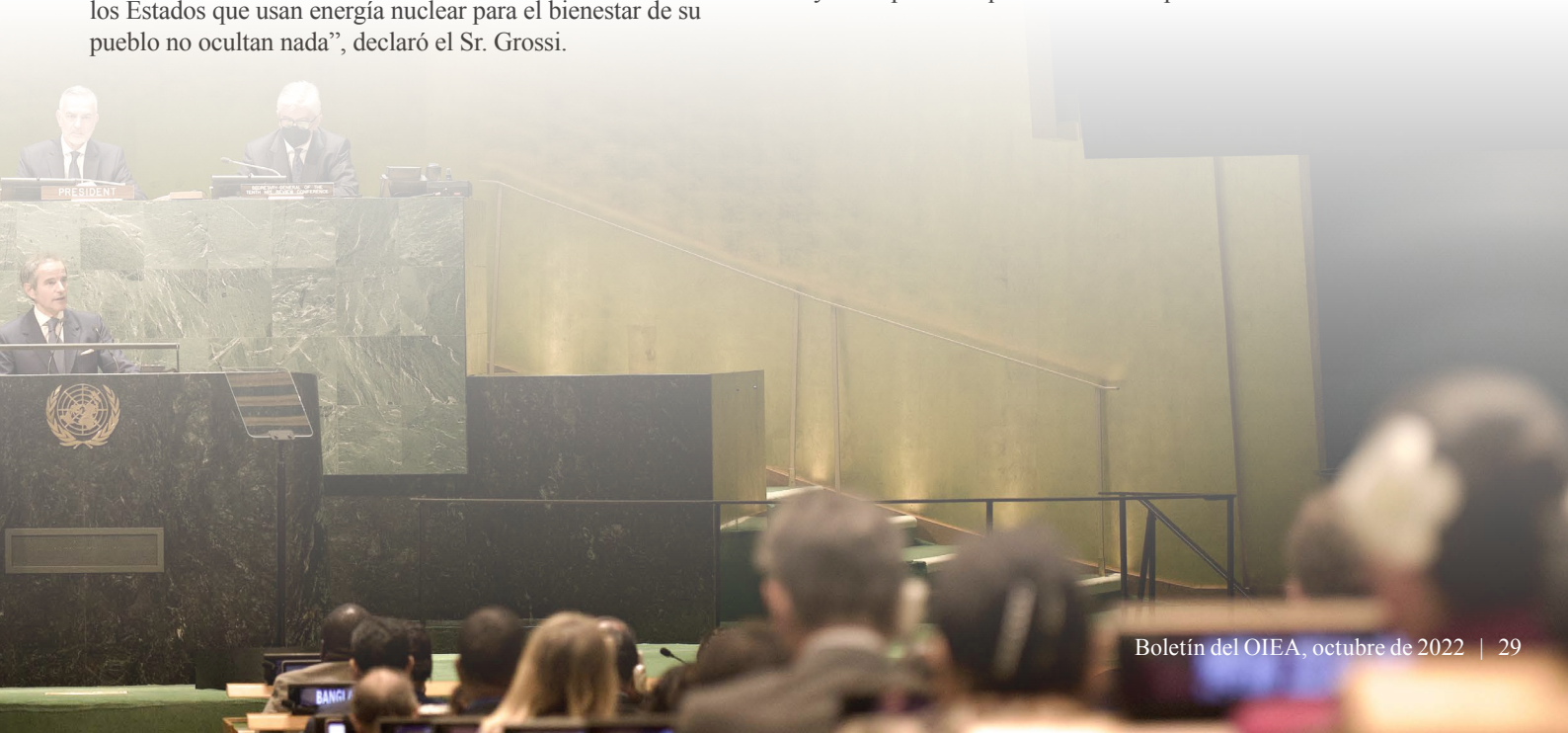
## Acuerdo de salvaguardias específico para partidas

En la actualidad hay en vigor acuerdos de salvaguardias específicos para partidas con tres Estados que no son Partes en el TNP: India, Israel y Pakistán. Al igual que los acuerdos previos al TNP, estos acuerdos abarcan únicamente material nuclear, instalaciones nucleares y otras partidas que en ellos se especifican.

## Cifras clave

(a septiembre de 2022)

- **181 Estados** con acuerdos de salvaguardias amplias en vigor
- **141 Estados** con protocolos adicionales en vigor
- **5 Estados** con acuerdos de ofrecimiento voluntario en vigor
- **3 Estados** con acuerdos de salvaguardias específicos para partidas en vigor



# El compromiso de la industria

## La aplicación de salvaguardias en un panorama nuclear cambiante

Wolfgang Picot

Con la creciente demanda mundial de energía nucleoelectrica, el compromiso entre la industria nuclear y el OIEA está cobrando más importancia. Los diseños de las instalaciones están cambiando notablemente y se están introduciendo nuevos tipos de reactores, como reactores avanzados con combustible líquido o microrreactores transportables. Según afirman expertos del sector, dada la aparición de estos nuevos diseños de reactores y el mayor interés que despierta la energía nucleoelectrica en un número más amplio de países, es preciso introducir cambios en el enfoque de salvaguardias adoptado por la industria.

“La industria apoya las salvaguardias; sabe que son importantes. Las empresas se responsabilizan del material nuclear presente en sus instalaciones —declara Sama Bilbao y León, Directora General de la Asociación Nuclear Mundial—. Sin embargo, para quienes no trabajan directamente con salvaguardias, como el empleado promedio de la industria nuclear, estas no son muy conocidas. A diferencia de lo que ocurre con la seguridad, no todos tienen las salvaguardias especialmente presentes”.

Aunque las salvaguardias no estén en primera línea para algunos, los asuntos internacionales están poniendo en primer plano el papel del OIEA y las salvaguardias. El personal de toda la industria nuclear es cada vez más consciente de las salvaguardias nucleares internacionales, señala Jo Anna Bredenkamp, Directora de Salvaguardias Nucleares Globales y Programas de Exportación Estratégica en Westinghouse Electric Company. “Las noticias relacionadas con el ámbito de la no proliferación hacen que la gente tome mayor conciencia”, añade.

El creciente interés por la energía nuclear en muchas partes del mundo también está contribuyendo a un aumento en la sensibilización en materia de salvaguardias. “Es un debate muy oportuno —señala la Sra. Bredenkamp—. Ahora hay más Estados interesados en la energía nucleoelectrica. A medida que estudiamos las posibilidades de exportación a esos países vemos que, ya desde el comienzo del proceso de licitación, debemos responder a las preocupaciones de los posibles clientes en materia de salvaguardias”.

Las cuestiones económicas y el “balance final” son una de las principales inquietudes de las empresas con respecto a los nuevos diseños de reactores. Los proveedores están integrando las salvaguardias en las primeras fases del proceso de diseño de los nuevos tipos de reactores para evitar costosos ajustes *a posteriori*, algo que se conoce comúnmente como “incorporación de las salvaguardias en el diseño” (véase la página 22).

“Como empresa, tenemos que buscar la manera más económica de diseñar una central eléctrica basada en un concepto novedoso —explica la Sra. Bredenkamp—. Si uno construye una central de demostración sin haber pensado en las salvaguardias desde el principio, la readaptación de esta resultará costosa. Por ejemplo, los microrreactores son tan pequeños que, una vez construida una unidad, no queda mucho espacio para cableado o sensores adicionales. Como empresa tenemos que desempeñar un papel en relación con las salvaguardias, porque los nuevos modelos de negocio no encajan en el régimen anterior de ‘readaptación’ de las salvaguardias a las instalaciones existentes”.

Los repositorios de desechos nucleares son otro ámbito en el que la industria debería estudiar la incorporación de las salvaguardias en el diseño, señala la Sra. Bilbao y León. “No empezamos recién ahora a considerar la posibilidad de someter a salvaguardias los desechos nucleares al poner en marcha repositorios geológicos profundos. Cualquier proyecto de ese tipo ha incorporado salvaguardias desde el principio. Llevamos mucho tiempo pensando en eso”.

A medida que la industria considera las salvaguardias de manera proactiva, el OIEA desempeña un papel esencial para ayudar a implementar la incorporación de las salvaguardias en el diseño. El OIEA organiza periódicamente talleres sobre la incorporación de las salvaguardias en el diseño con representantes de las entidades reguladoras, la industria y el personal del OIEA, centrándose en temas como la clausura, los desechos, el combustible gastado y los reactores modulares pequeños.

**Según afirman expertos del sector, la aparición de nuevos diseños de reactores exige cambios en el enfoque de salvaguardias adoptado por la industria nuclear.**

(Fotografía: D. Calma/OIEA)



# Salvaguardias del OIEA

## Reflexiones sobre el pasado y previsiones de futuro

**Massimo Aparo, Director General Adjunto  
y Jefe del Departamento de Salvaguardias del OIEA**

Desde hace más de medio siglo, las salvaguardias del OIEA sirven para verificar eficazmente el uso pacífico de los materiales y las actividades nucleares. Este año se conmemoran dos aniversarios destacados en relación con las salvaguardias: 50 años desde la entrada en vigor del primer acuerdo de salvaguardias amplias (ASA) en relación con el Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares (TNP) y 25 años desde la entrada en vigor del primer protocolo adicional (PA). Estos importantes aniversarios ofrecen una oportunidad para reflexionar sobre la evolución del sistema de salvaguardias y analizar la dirección que este tomará en el futuro.

El primer sistema de salvaguardias era “específico para partidas”, es decir, las salvaguardias solo se aplicaban a los equipos, las instalaciones y los materiales nucleares que un Estado decidía someter a salvaguardias. El paso a un sistema de salvaguardias amplias se produjo en 1967, cuando países de América Latina y el Caribe alcanzaron un acuerdo respecto del primer tratado en que se prohibían las armas nucleares en una región poblada del mundo. Con ese tratado, llamado Tratado de Tlatelolco, se abrió un nuevo capítulo al exigir a las partes que aceptaran la aplicación de las salvaguardias del OIEA a todos los materiales y actividades nucleares. México fue el primer Estado en concertar un acuerdo con arreglo al Tratado de Tlatelolco.

Un año después, en 1968, se abrió a la firma el TNP. En virtud del artículo III del TNP, cada Estado no poseedor de armas nucleares deberá concertar un acuerdo de salvaguardias con el OIEA que abarque “todos los materiales básicos o materiales fisionables especiales en todas las actividades nucleares con fines pacíficos”. A fin de cumplir ese requisito se establecieron acuerdos de salvaguardias amplias. Finlandia fue el primer Estado que puso en vigor un ASA en relación con el TNP, en 1972.

A principios de la década de 1990, el descubrimiento de materiales y actividades nucleares no declarados en el Iraq evidenció la necesidad de reforzar el sistema de salvaguardias del OIEA. En 1993, el OIEA puso en marcha el Programa 93+2 a fin de fortalecer aún más la aplicación de las salvaguardias en el marco de los ASA y mejorar la capacidad del OIEA para verificar no solo la corrección sino también la exhaustividad de la declaración de un Estado sobre el material nuclear sometido a salvaguardias. Este programa dio

pie a la aprobación en 1997 del PA, en virtud del cual se confieren al OIEA derechos de acceso ampliados a información y lugares. Australia fue el primer Estado en poner en vigor un PA.

A principios de la década de 2000 el OIEA comenzó a desarrollar y aplicar enfoques de salvaguardias a nivel de los Estados (ENE) para distintos Estados con un ASA, y fue alejándose gradualmente de los enfoques genéricos de salvaguardias para instalaciones. En 2011, como parte de los esfuerzos para que el Organismo pudiera hacer pleno uso de la flexibilidad que ofrecían los ENE (dentro del ámbito del acuerdo de salvaguardias pertinente), el OIEA comenzó a actualizar y adaptar los ENE vigentes basándose en factores específicos de cada Estado. En 2019 se puso en marcha un proyecto para seguir mejorando los ENE mediante el establecimiento de objetivos de desempeño.

De cara al futuro, es probable que la demanda de salvaguardias del OIEA siga aumentando, y las nuevas tecnologías plantearán tanto oportunidades como desafíos. Debemos emplear infraestructura y equipos de salvaguardias modernizados, y seguir desarrollando y armonizando los enfoques, instrumentos y metodologías de salvaguardias. Con el apoyo de nuestros Estados Miembros, confío en que estaremos a la altura de los desafíos que se nos presenten y en que garantizaremos que, en los próximos decenios, las salvaguardias del OIEA sigan siendo un elemento clave en los esfuerzos mundiales de no proliferación.



**“De cara al futuro, es probable que la demanda de salvaguardias del OIEA siga aumentando, y las nuevas tecnologías plantearán tanto oportunidades como desafíos.”**

— Massimo Aparo, Director General Adjunto y Jefe del Departamento de Salvaguardias del OIEA

## Plataforma sobre SMR: un nuevo portal web facilita apoyo técnico



La Plataforma sobre SMR presta apoyo a países que trabajan para incorporar reactores modulares pequeños. (Fotografía: A. Tarhi/OIEA)

En 2021 se puso en marcha la Plataforma del OIEA sobre Reactores Modulares Pequeños y sus Aplicaciones para prestar apoyo en todos los aspectos del desarrollo, el despliegue, la concesión de licencias y la supervisión de los reactores modulares pequeños (SMR), y los países que tratan de acelerar el despliegue de los SMR con ayuda de esa plataforma pueden dar el primer paso gracias a un nuevo portal en línea (<https://smr.iaea.org>), que brinda acceso a todos los servicios del OIEA y a la información más reciente en relación con esta tecnología nucleoelectrónica emergente.

En un contexto en que se están desarrollando más de 80 diseños de SMR en 19 países y las primeras unidades de SMR ya están en funcionamiento en China y Rusia, se prevé que los SMR, incluidos los microrreactores (MR), desempeñarán un papel cada vez más importante para ayudar a garantizar la seguridad física del suministro de energía, así como la transición energética mundial hacia unas emisiones netas cero. Para poder ampliar el despliegue de SMR, antes han de quedar plenamente demostradas su tecnología, su seguridad y su competitividad económica, y en países como el Brasil y Jordania la Plataforma sobre SMR ya está ayudando a gobiernos, posibles operadores y reguladores a hacer frente a estos desafíos y otros relacionados.

El portal abarca el desarrollo y el despliegue de tecnologías (incluidas las aplicaciones no eléctricas); la seguridad tecnológica nuclear, la seguridad física nuclear y las salvaguardias; así como el combustible, el ciclo del combustible y la gestión de desechos. En la barra de navegación del portal se pueden seleccionar diez temas con los que los usuarios pueden filtrar las noticias, los eventos y las publicaciones según su contenido. El portal se seguirá ampliando para incorporar funciones adicionales, como esferas para grupos de trabajo técnicos, información sobre proyectos y programas nacionales e internacionales sobre SMR, y una versión para teléfonos móviles y tabletas.

“El portal está diseñado para servir como una fuente centralizada de información para las partes interesadas del OIEA, tanto externas como internas, con diferentes niveles de información y acceso a los datos”, indica Stefano Monti, Presidente del grupo de implementación de la Plataforma sobre SMR y Jefe de la Sección de Desarrollo de la Tecnología Nucleoelectrónica del OIEA.

Los SMR emplearán sistemas y componentes prefabricados para acortar los plazos de construcción y ser más flexibles y asequibles que las centrales nucleares tradicionales. Pueden satisfacer las necesidades de un amplio grupo de

usuarios y, con sus bajas emisiones de carbono, sustituir centrales eléctricas alimentadas por combustibles fósiles que se van quedando obsoletas. Podrían presentar características de seguridad mejoradas y son adecuados para aplicaciones no eléctricas, como la refrigeración, la calefacción, la producción de hidrógeno y la desalación del agua. También son una opción para países con redes eléctricas más pequeñas, así como para regiones con una infraestructura menos desarrollada, y para sistemas energéticos que combinan la energía nuclear y fuentes alternativas, incluidas las renovables.

El OIEA tiene en marcha varias actividades sobre SMR coordinadas con ayuda de la plataforma, en la que se proporciona información acerca de ellas. La plataforma también está interconectada con otras importantes iniciativas del OIEA. Por ejemplo, la nueva Iniciativa de Armonización y Normalización Nuclear (NHSI), que celebró su reunión inicial en junio de 2022, está ayudando a facilitar el despliegue de SMR tecnológica y físicamente seguros mediante la armonización y normalización de enfoques reglamentarios e industriales.

“El OIEA está llevando a cabo importantes actividades en relación con la seguridad tecnológica y la seguridad



física de los SMR. Por ejemplo, hace poco concluimos el examen de la aplicabilidad de las normas de seguridad a los SMR y otras tecnologías —declara Paula Calle Vives, Oficial Superior de Seguridad Nuclear del OIEA encargada de coordinar las actividades relacionadas con la seguridad de los SMR—. También hemos desarrollado un programa de trabajo para ajustar progresivamente las normas de seguridad de modo que capten mejor las especificidades de estas nuevas tecnologías. Gracias a la plataforma podremos difundir mejor este trabajo a los Estados Miembros”.

La Plataforma sobre SMR incluye información sobre actividades relacionadas con SMR y sus aplicaciones, centrándose en las tecnologías más cercanas a ser desplegadas a corto plazo, incluido el respaldo a la preparación industrial para los SMR y sus aplicaciones; la promoción, el apoyo y el desarrollo de la investigación y la innovación en relación con SMR; la asistencia para el establecimiento de marcos institucionales, jurídicos

y reglamentarios en favor de una explotación y una clausura tecnológica y físicamente seguras de los SMR, y el fomento de la cooperación internacional relacionada con SMR. En septiembre, el OIEA publicó un nuevo folleto en relación con la plataforma, titulado *SMRs: A New Nuclear Energy Paradigm* (SMR: un nuevo paradigma de la energía nuclear), en el que se examinan los factores que cabe tener en cuenta al decidir si se adoptan los SMR y las maneras de propiciar un despliegue sostenible, pacífico y tecnológica y físicamente seguro. Ese mismo mes se publicó también la edición correspondiente a 2022 del folleto bienal titulado *Advances in Small Modular Reactor Technology Developments* (Avances en el desarrollo de la tecnología de reactores modulares pequeños).

Los países ya están recibiendo asistencia por conducto de la Plataforma sobre SMR y se han establecido varios grupos intersectoriales de tareas para atender sus necesidades. Uno de ellos está ayudando a organizar una misión de expertos a

Jordania destinada a analizar cuestiones económicas relacionadas con el uso de SMR para generar electricidad y desalar el agua. El OIEA también está ayudando al Brasil a analizar las tecnologías de SMR y el estado de preparación del mercado, así como cuestiones reglamentarias y requisitos relativos a la selección de emplazamientos para los SMR, y en abril participó en un curso de tres días de duración sobre SMR y MR organizado por la Asociación Brasileña para el Desarrollo de Actividades Nucleares (ABDAN).

“En plena crisis energética y climática, cada vez más países ven los SMR como una opción para mejorar la seguridad energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero —señala el Sr. Monti—. El OIEA está en condiciones de ayudarlos en esta travesía, que puede comenzar con una visita al nuevo portal de la Plataforma del OIEA sobre SMR y continuar, para quienes lo deseen, presentando una solicitud oficial de asistencia al Organismo”.

– Nicholas Watson y Jeffrey Donovan

## El OIEA pone en marcha un sistema de notificación temprana para proteger las instalaciones nucleares frente a peligros naturales

Los peligros y catástrofes naturales, como terremotos, inundaciones o incendios forestales, pueden comprometer gravemente la seguridad de las instalaciones nucleares. Por ello, no solo es fundamental predecir acontecimientos de ese tipo y calcular su magnitud, sino también evaluar eficazmente su posible impacto en la seguridad de las instalaciones nucleares para utilizar a tiempo los mecanismos de respuesta adecuados. Con ese fin, el OIEA puso en marcha el Sistema de Notificación de Sucesos Externos (EENS), que presentó durante un evento paralelo a la sexagésima sexta reunión ordinaria de la Conferencia General del OIEA en septiembre de 2022.

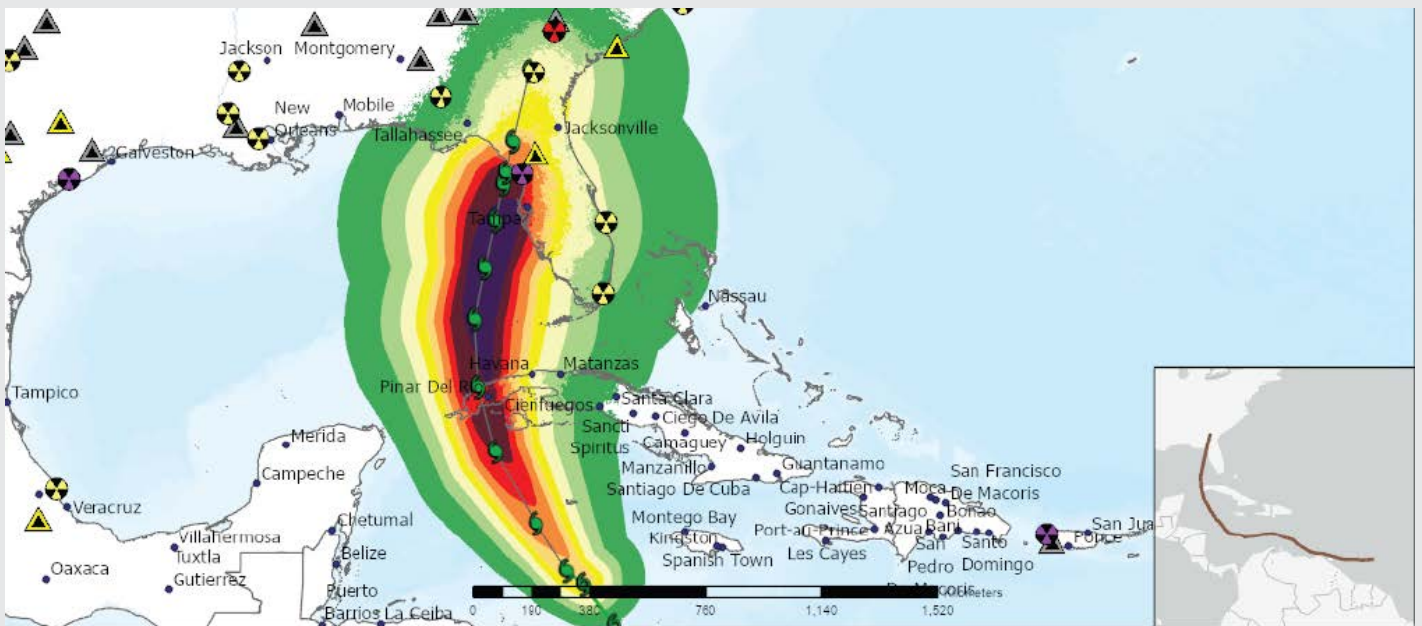
El EENS es un instrumento basado en la web que proporciona información en tiempo real sobre peligros y sucesos externos, como terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas, inundaciones fluviales y costeras, vientos de rotación e incendios forestales que se han producido o se prevé que se produzcan, incluida información sobre su gravedad y ubicación, así como estimaciones de sus posibles efectos en las instalaciones nucleares y los

principales núcleos de población. El sistema recopila los datos pertinentes y los envía directamente al Centro de Respuesta a Incidentes y Emergencias (IEC) y a la Sección de Seguridad en relación con Sucesos Externos (EENS) del OIEA para su evaluación.

Durante el evento, Paolo Contri, Jefe de la Sección de Seguridad en relación con Sucesos Externos del OIEA, y Ayhan Altinyollar, Funcionario Superior de Seguridad, mostraron cómo funciona en la práctica el EENS, mientras que Günther Winkler, funcionario del sistema de respuesta del IEC, explicó el papel que desempeña el EENS en el trabajo concreto del IEC y, de manera más amplia, en la seguridad nuclear tecnológica y física en el mundo. “El EENS está diseñado para proporcionar evaluaciones iniciales de la gravedad de los sucesos externos ocurridos en instalaciones nucleares, que pueden conducir a la activación del Centro de Respuesta a Incidentes y Emergencias del OIEA —señala el Sr. Winkler—. Este instrumento nos ayudará a identificar rápidamente los peligros naturales que pueden afectar a la seguridad nuclear o radiológica, a fin de intercambiar

información o coordinar la asistencia internacional entre Estados Miembros”. El evento concluyó con una mesa redonda, en la que los participantes debatieron sobre las fuentes de datos del EENS, el proceso de guardias del IEC y cuestiones de seguridad informática.

El EENS se basa en una plataforma de monitorización y alerta temprana de varios peligros y ha sido desarrollado en colaboración tanto con el Pacific Disaster Center (PDC) de la Universidad de Hawái como con Tenefit, un proveedor de información relacionada con riesgos e impactos para empresas. “Este sistema estará disponible en todo momento para prestar apoyo ininterrumpido al OIEA, creando una base de datos que podrá utilizarse para posteriores evaluaciones”, aclara Chris Chiesa, Director Ejecutivo Adjunto del PDC. La versión personalizada, adaptada a las necesidades del OIEA, ha sido modificada para centrarse específicamente en el impacto que tienen los peligros en las instalaciones nucleares. Consta de dos componentes: el Sistema de Alerta y el Pronóstico de Daños por Sucesos Externos.



El EENS es un instrumento basado en la web que proporciona información en tiempo real sobre peligros y sucesos externos ocurridos o que se prevé que ocurran, incluida su gravedad, su ubicación y estimaciones de los efectos que podrían tener en las instalaciones nucleares y los principales núcleos de población. (Imagen: PDC)

### Monitorización y análisis de amenazas en tiempo real

El Sistema de Alerta monitoriza en tiempo real situaciones en las proximidades de instalaciones nucleares y se basa en indicadores cuidadosamente seleccionados que determinan la gravedad del suceso. Cuando los peligros puedan afectar a emplazamientos nucleares, este sistema alerta al IEC del OIEA.

El Pronóstico de Daños por Sucesos Externos recibe información procedente del Sistema de Alerta y elabora una estimación preliminar de posibles daños para instalaciones nucleares y núcleos de población. Esta estimación se denomina Informe de Notificación de Sucesos (ENR) y reúne información básica sobre el suceso, como su magnitud y el momento y la ubicación donde se

produjo, así como las previsiones con respecto al impacto. Este informe es esencial para evaluar las enseñanzas extraídas de sucesos externos recientes y valorar la solidez de las instalaciones nucleares, con miras a difundir periódicamente esos datos a todos los Estados Miembros.

“En el caso de un ciclón, por ejemplo, el ENR incluiría la información básica acerca de él, así como mapas, la marejada ciclónica prevista en lugares costeros, la posible hora de llegada y la velocidad del viento estimada en emplazamientos de instalaciones nucleares. Esta información es vital para que el IEC pueda prestar rápidamente asistencia en apoyo de un país afectado —explica el Sr. Contri—. El EENS nos permite monitorizar la situación global de los peligros naturales en las proximidades no solo de las

centrales nucleares sino de todas las instalaciones nucleares, incluido en grandes ciudades donde haya fuentes radiactivas que puedan verse afectadas por el peligro. Este sistema es una parte integral de la labor del OIEA y gracias a él podemos evaluar la situación y ayudar a los países a mitigar riesgos en ese sentido. En los próximos años se prevé que los peligros naturales revistan mayor gravedad debido al cambio climático. Tenemos que estar preparados para ello”.

El EENS se puso en marcha con sus dos primeros módulos, centrados en el pronóstico de terremotos y ciclones. Se están preparando otros cuatro módulos sobre inundaciones fluviales, tsunamis, erupciones volcánicas e incendios forestales que, según se prevé, estarán en marcha para mediados de 2023

— Vladimir Tarakanov

## Después de 34 años, Filipinas vuelve a tener una instalación nuclear

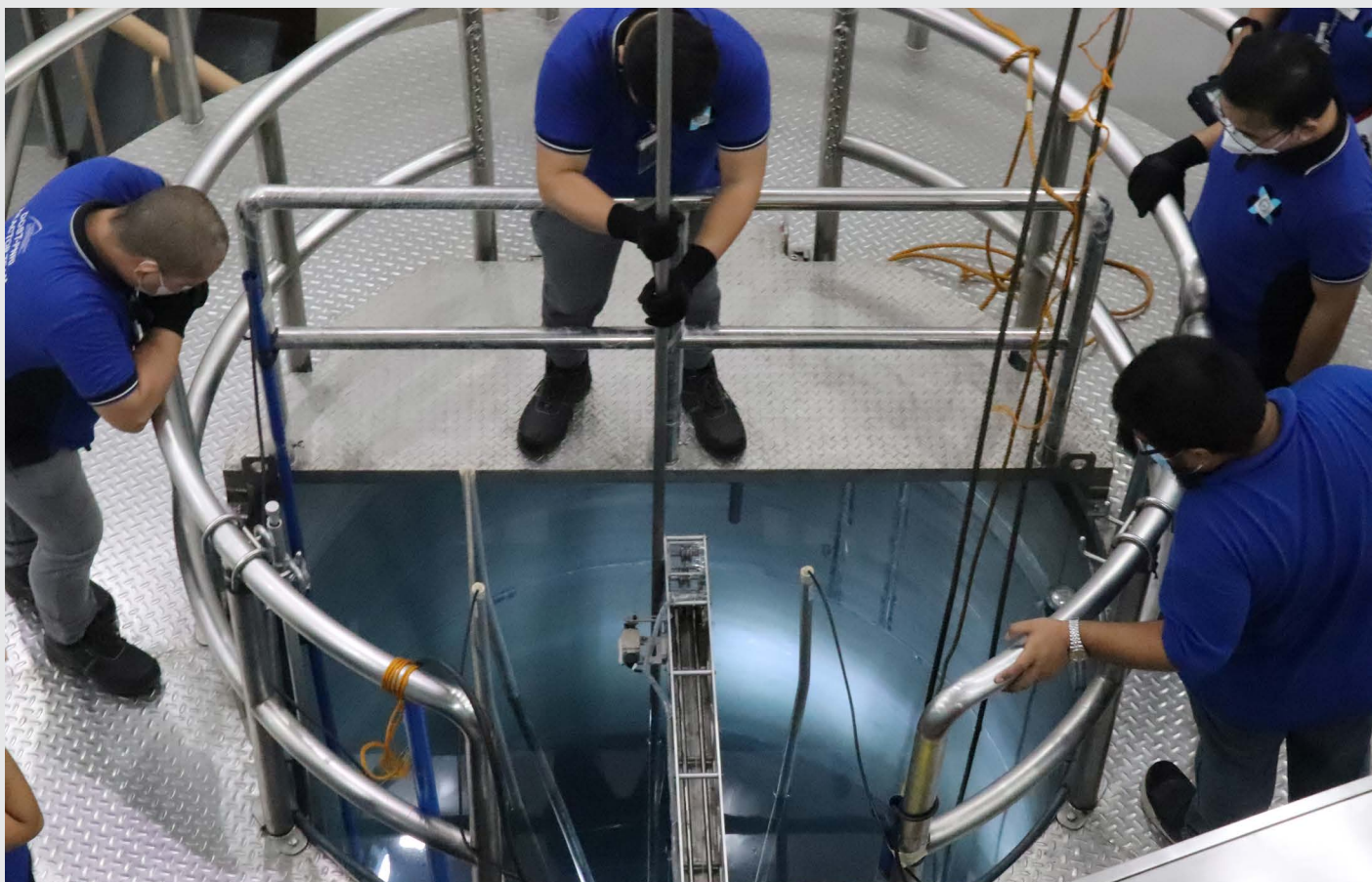
Después de más de tres décadas, Filipinas vuelve a operar una instalación nuclear. En 2014 se aceptó una propuesta de utilizar elementos combustibles de un reactor de investigación en régimen de parada con fines de enseñanza y capacitación, y el OIEA viene apoyando esa iniciativa mediante una serie de proyectos de cooperación técnica. En el marco del primer proyecto, que se puso en marcha en 2016, el OIEA ayudó al Instituto Filipino de Investigaciones

Nucleares (PNRI) a crear capacidad con respecto al diseño de reactores, la dosimetría neutrónica y cuestiones reglamentarias relacionadas con reactores de investigación.

En 2020 lo sucedió un segundo proyecto de cooperación que está actualmente en curso y tiene por objeto seguir creando capacidad, sobre todo en relación con la ingeniería y la explotación de los reactores, la utilización de estos y el desarrollo de un programa de

capacitación sobre reactores para apoyar las actividades locales de creación de capacidad. “Ahora que se está estudiando la posibilidad de incorporar la energía nucleoelectrónica a la futura canasta energética del país y existe una demanda de tecnología nuclear en diferentes sectores, es fundamental crear capacidad y desarrollar una nueva generación de científicos y de mano de obra en ese ámbito”, declara Syahril Syahril, Oficial





Colocación de una barra de combustible en el núcleo de un conjunto subcrítico. (Fotografía: PNRI)

de Administración de Programas del OIEA para Filipinas.

En una orden presidencial ejecutiva de principios de este año se resume la postura del Gobierno con respecto a la inclusión de la energía nuclear en la canasta energética de Filipinas. Filipinas construyó una central nuclear a finales de la década de 1970, pero el proyecto se detuvo en 1986 y no llegó a cargarse combustible en ella.

### Revitalizar la capacidad nuclear

En junio de 2022, el PNRI cargó 44 barras de combustible nuclear en el núcleo del tanque recién construido del conjunto subcrítico con fines de capacitación, enseñanza e investigación conocido como SATER. Las barras de combustible llevaban más de 30 años almacenadas y sin usarse. La nueva instalación SATER se encuentra en el edificio del reactor de investigación de Filipinas (PRR 1) y permanecerá en estado subcrítico, lo que significa que la reacción nuclear de fisión en cadena depende de neutrones procedentes de una fuente externa. El SATER del PRR-1 está diseñado para no alcanzar bajo ninguna condición operativa o de incidente un

estado crítico, que es cuando la reacción en cadena es autosostenida, lo que lo convierte en un instrumento seguro y versátil para investigadores y estudiantes.

El reactor de investigación PRR-1, de 1 megavatio, había alcanzado la criticidad en 1963, pero llevaba en parada prolongada desde 1988. “La activación del SATER del PRR-1 es un hito para Filipinas, pues la instalación prestará un apoyo importante con miras a restablecer las capacidades nucleares en el país”, declara Alvie Asuncion Astronomo, Científica Asociada y ex Jefa de la Sección de Operaciones de Reactores Nucleares del PNRI. En los últimos dos años, el OIEA prestó asistencia al personal local de reglamentación y explotación formulando recomendaciones sobre la concesión de licencias y la puesta en marcha del SATER del PRR-1. Expertos del OIEA e internacionales participaron en varias misiones en el emplazamiento.

Los conjuntos subcríticos, como el SATER del PRR-1, son valiosos instrumentos educativos y de investigación. El SATER del PRR-1

prestará apoyo a los programas de estudios nucleares que se han puesto en marcha recientemente en la Universidad de Filipinas en Diliman y la Universidad Mapúa. En el ámbito de la investigación, el SATER del PRR-1 se utilizará para experimentos de física de reactores y como instalación de demostración para la irradiación neutrónica y el análisis por activación neutrónica.

“Se espera que el SATER del PRR-1 sea un reactor de capacitación para operadores, reguladores y usuarios de reactores de investigación. También tiene por objeto ampliar la base de partes interesadas en reactores de investigación en el país —declara la Sra. Asuncion-Astronomo—. La instalación está pensada para abrir todo el campo científico de la física y la ingeniería de reactores a los filipinos y allanar el camino para que Filipinas fortalezca su nicho en el ámbito nuclear”.

Se prevé que el SATER del PRR 1 concluya las pruebas de puesta en servicio y sea plenamente operativo de aquí a 2023.

— Joanne Liou

**New Edition**

# IAEA SAFEGUARDS GLOSSARY

2022 Edition



 **IAEA**  
International Atomic Energy Agency  
*Atoms for Peace and Development*

## Glosario de salvaguardias del OIEA: edición de 2022

Desde la última edición del glosario de salvaguardias del OIEA en 2001, la aplicación de salvaguardias del OIEA ha seguido evolucionando, incluido en lo que respecta a prestar mayor atención a las consideraciones relativas al “Estado en su conjunto” en la elaboración de enfoques de salvaguardias al nivel de los Estados y reflejar un sinnúmero de avances tecnológicos.

Esta nueva edición incorpora estas novedades y contiene términos que o bien son específicos y singulares para las salvaguardias del OIEA, o bien podrían utilizarse en otros ámbitos, pero que tienen un significado concreto o una aplicación de importancia para las salvaguardias del OIEA.

También se han incorporado términos nuevos que, durante los dos últimos decenios, se han convertido en vocablos o expresiones de uso común. Para cada término se incluye una definición y, cuando procede, se añaden explicaciones o ejemplos. En cada sección se aborda una esfera temática concreta de importancia para las salvaguardias del OIEA y los términos se disponen en relación con la esfera temática.

Los términos que se han definido en otra parte del glosario aparecen en cursiva dentro de cada definición y, para facilitar la consulta, se proporciona un índice en el que se hace referencia a los números de los términos. Los términos se han traducido al árabe, chino, español, francés y ruso, así como al alemán y japonés.

International Nuclear Verification Series No. 3 (Rev. 1)  
ISBN: 978-92-0-122122-3 · 55,00€





Lea este y otros números del *Boletín del OIEA* en línea en  
[www.iaea.org/es/bulletin](http://www.iaea.org/es/bulletin)

Para más información sobre el OIEA y su labor, visite  
[www.iaea.org](http://www.iaea.org)

o síguenos en

