

# 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)

