

Los instrumentos de nueva generación hacen posible una clausura más rápida y eficaz de los reactores nucleares tras un accidente severo

Nayana Jayarajan

Pocos días después de que el terremoto más violento de la historia del país asolará el Japón, estaba claro que las unidades 1 a 4 de la central nuclear de Fukushima Daiichi iban a ser paradas definitivamente. El 11 de marzo de 2011, las gigantescas olas del tsunami causado por el terremoto rompieron las defensas costeras del Japón, incluido el perímetro de la central nuclear, y causaron daños de gran magnitud. Las inundaciones dejaron fuera de servicio los generadores de emergencia, lo que provocó el recalentamiento del combustible nuclear y la fusión parcial del núcleo de tres unidades de reactor. En la central nuclear también se produjeron varias explosiones de hidrógeno que dañaron los edificios y causaron emisiones de material radiactivo. Más de 150 000 personas fueron evacuadas de la prefectura de Fukushima y las autoridades establecieron una zona de exclusión. Sin embargo, aun después de que la crisis inmediatamente posterior al tsunami quedara en gran medida resuelta, los problemas ligados a la clausura de una instalación tan dañada no hacían más que empeorar.

Clausurar una instalación nuclear tras un accidente severo es una empresa compleja que, a diferencia de la clausura tras una parada programada, suele exigir soluciones, técnicas y prácticas específicas, lo que hace que resulte muy difícil garantizar la seguridad radiológica mientras se llevan a cabo todas las operaciones. Por ejemplo, una de las tareas más delicadas en el proceso de clausura de un reactor que ha sufrido desperfectos es la retirada del combustible gastado y dañado.

En el caso del accidente nuclear de Fukushima Daiichi, parte del combustible nuclear se había fundido y había ido a parar a las secciones de contención inferiores de las unidades de reactor 1, 2 y 3. Los elevados niveles de radiación que había dentro de los edificios de contención limitaban el acceso de los trabajadores a la zona próxima al reactor. Los operadores se enfrentaban a un grave problema: ¿cómo iban a retirar el combustible dañado si desconocían su ubicación exacta?

La respuesta vino de la mano de la cartografía de muones procedentes de rayos cósmicos, una técnica empleada por primera vez hace más de 60 años y que desde entonces se viene utilizando en aplicaciones que van desde la cartografía del interior de volcanes y antiguas pirámides egipcias hasta la detección de material nuclear en contenedores de transporte. Los dispositivos de rastreo de muones detectan estas partículas subatómicas naturales de alta energía y siguen su trayectoria cuando, al atravesar un material, cambian de trayectoria,

cambios que después se utilizan para determinar la densidad del material en cuestión. Los materiales nucleares como el uranio o el plutonio son muy densos, por lo que resulta relativamente fácil detectar su presencia con esta técnica.

La cartografía de muones de rayos cósmicos fue utilizada en la central nuclear de Fukushima Daiichi para determinar la ubicación y el estado de los restos de combustible presentes en el núcleo de los reactores. En 2015, especialistas japoneses desarrollaron una técnica modificada que permitía detectar restos de tan solo 30 centímetros y que después fue utilizada para determinar el estado del combustible dañado del reactor de la unidad 1 de Fukushima Daiichi, paso previo fundamental para poder proceder a la clausura.

Este es solo uno de los muchos ejemplos que ilustran el uso de innovaciones tecnológicas para solucionar los problemas singulares e imprevistos que se plantean en el proceso de clausura y recuperación tras un accidente.

“Las consecuencias de un accidente siempre son imprevisibles, y entra dentro de lo posible que la infraestructura organizativa y técnica existente y la tecnología disponible no sean adecuadas o suficientes para responder a las necesidades que surgen después de un accidente. Cuando se clausuran instalaciones nucleares dañadas, lo que suele hacerse es concebir herramientas y soluciones tecnológicas adaptadas específicamente a cada caso —explica Vladimir Michal, experto en clausura del OIEA que codirigió un proyecto para documentar y analizar la clausura y la rehabilitación de instalaciones nucleares dañadas (el Proyecto Internacional sobre la Gestión de la Clausura y la Rehabilitación de Instalaciones Nucleares Dañadas o proyecto DAROD)—. Muchas veces, como sucedió con la cartografía de muones de rayos cósmicos, acaba dándose a estas tecnologías un uso más amplio en las labores de clausura o incluso en otros sectores”.

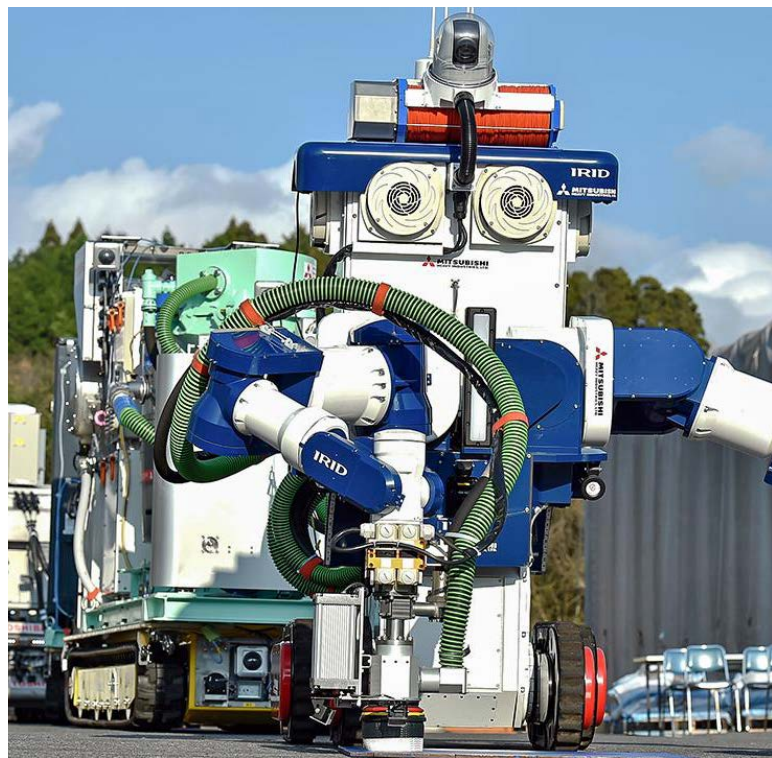
Otro ejemplo destacado es el de la construcción, entre 2016 y 2019, de un nuevo “blindaje” de confinamiento seguro que recubre el edificio del reactor de la unidad 4 de la central nuclear de Chornóbil (Ucrania). Erigido para sustituir el sarcófago provisional que se construyó tras el desastre de 1986, se trata de la mayor estructura móvil terrestre del mundo, diseñada para durar un siglo y para resistir a tornados de gran intensidad. En el proceso de construcción y posterior colocación de la nueva estructura de confinamiento, que fue levantada a unos 180 metros al oeste de la unidad 4 dañada, se utilizaron técnicas punteras de ingeniería civil.

“El nuevo confinamiento seguro no solo impide que haya emisiones de material radiactivo, sino que en el futuro será de ayuda para la clausura”, afirma Valeriy Seyda, Director General Interino de la empresa estatal especializada que se ocupa de la central nuclear de Chornóbil. La estructura de confinamiento seguro está diseñada para evitar la emisión de contaminantes radiactivos, proteger las estructuras internas del reactor y facilitar la clausura. Para este último fin, consta de dos grúas teledirigidas de última generación suspendidas justo por debajo del techo que, llegado el momento, permitirán clausurar la unidad 4 protegiendo al mismo tiempo a los trabajadores y el medio ambiente.

En la central nuclear de Fukushima Daiichi se empleó una técnica de ingeniería ya contrastada, que consiste en construir una barrera subterránea de suelo congelado para impedir la afluencia al emplazamiento de aguas subterráneas y que estas puedan mezclarse con el agua ya contaminada del interior de los edificios del reactor. Para establecer esa barrera de 1500 metros se congeló el suelo, a fin de impermeabilizarlo e impedir la entrada de aguas freáticas, lo cual reduce la cantidad total de aguas contaminadas que hay que tratar.

Hoy en día, el uso de tecnologías avanzadas de robótica y de trabajo a distancia permiten llevar a cabo labores de clausura en zonas con elevados niveles de radiación. En la central nuclear de Fukushima Daiichi, por ejemplo, se utilizan robots para efectuar labores de monitorización y medición, prospección, descontaminación y preparación de la retirada de restos de combustible.

“Los robots teledirigidos provistos de instrumental de visualización y medición de la radiación son un ámbito prioritario de investigación y desarrollo, ya que ayudan a reducir al mínimo la exposición a la radiación de los trabajadores del emplazamiento y a avanzar sin pausa hacia la clausura de Fukushima Daiichi”, explica Kentaro Funaki, Director Ejecutivo del Organismo de Energía Atómica del Japón. También destaca que los proyectos internacionales conjuntos constituyen un ámbito de trabajo fundamental dentro de las muy diversas iniciativas de investigación y desarrollo financiadas con fondos gubernamentales. “Se está llevando a cabo una enorme labor para visualizar en tres dimensiones los puntos de intensa radiactividad que se encuentran cerca de las unidades 1 y 2 de Fukushima Daiichi. El hecho de poner en común y combinar los resultados de la investigación nacional y la investigación internacional conjunta ha deparado grandes frutos. Es algo que seguiremos haciendo en el futuro”, afirma.



Robot descontaminador desplegado en Fukushima Daiichi para apoyar las actividades de clausura

(Fotografía: Instituto Internacional de Investigación sobre la Clausura de Centrales Nucleares, Japón)

El uso de tecnologías no nucleares en entornos nucleares plantea numerosos problemas, entre ellos los elevados costos de desarrollo, que se explican sobre todo por la presencia de radiación y por la incertidumbre respecto a las condiciones exactas en las que va a operar el instrumental. Con todo, gracias a los avances en los sistemas de cableado y otros componentes esenciales, aunados a la creación de equipo resistente a la radiación, ahora es posible emplear tecnologías robóticas de forma segura y eficaz en estos entornos difíciles. Además, el uso de tecnologías láser en estos lugares permite escanear los espacios interiores, a menudo inaccesibles para el ser humano, protegiendo con ello la salud y la seguridad de los trabajadores. “Estos avances aumentan sobremanera las posibilidades de desmantelar de forma segura y eficaz instalaciones en las que se haya producido un accidente nuclear severo, incluso en situaciones de extrema dificultad”, concluye el Sr. Michal.