DESMANTELATOR: ROBOTS PARA EL DESMANTELAMIENTO



DIEGO ESPEJO HERNANDO
Técnico del Departamento de Ingeniería de Residuos de Baja y Media Actividad de Enresa, con más de 18 años de experiencia en gestión de residuos radiactivos y desmantelamiento nuclear, especializado en optimización de procesos, innovación y proyectos de I+D nacionales e internacionales.
ENRESA

¿Quién no se acuerda de la épica frase de Blade Runner, pronunciada por el replicante Roy Batty al final de esa maravillosa película, ¡de 1982!? que ahora, 44 años después podríamos reescribir así:

"Yo he visto cosas que vosotros no creeríais...": **desmantelar centrales nucleares con robots...**

No era sí, lo sé, pero me parece una adaptación contextual perfecta para este artículo. Perdonadme el ficticio atrevimiento...

¿Veremos a **robots, autobots, drones, humanoides**, desmantelando nuestras centrales nucleares? ¿Qué nos contaría un humano, o un replicante como Roy Batty que pudiera venir del futuro próximo, dentro de otros 44 años pongamos, sobre los **desmantelamientos** de nuestras centrales **nucleares**? Suena a ficción y, por qué no decirlo, a locura, pero quizás esa visión está más cerca de la realidad de lo que pensamos. La tecnología y el campo de la **robótica** y la **automatización** avanzan a ritmo desenfrenado y cada día se diseñan y desarrollan más soluciones y equipos capaces de realizar **tareas autónomas complejas** que, bajo nuestra supervisión y control, son capaces de optimizar los procesos en el ámbito industrial. El sector del desmantelamiento de instalaciones nucleares y radiactivas no es ajeno a este contexto, ya que supone un proceso industrial especialmente complejo y particular, que debe adaptar las soluciones y tecnologías a aplicar, bajo el paraguas de la **seguridad nuclear** y la **protección radiológica**. La **cooperación internacional** y el desarrollo de soluciones conjuntas a nivel europeo, en los que participa ENRESA activamente, es fundamental para dar este salto tecnológico y optimizar esfuerzos. A nivel internacional, existen diversas iniciativas de aplicación de soluciones robóticas (RRS) en el *back-end* nuclear, siendo referencia el uso de robots en este ámbito: Fukushima Daiichi (Japon); Greifswald (Alemania); Sellafield (UK), Ignalina (Lituania) y en diversas centrales francesas.

La responsabilidad del desmantelamiento de las centrales nucleares en España (así como de las instalaciones radiactivas) y la gestión segura de los residuos radiactivos asociados recae en ENRESA. Los proyectos de desmantelamiento suponen procesos industriales de gran complejidad debido a su particular naturaleza y a los riesgos inherentes a los apellidos "nuclear" y "radiactivo" que los acompañan y de enorme responsabilidad social de ENRESA garantizando la **seguridad de la población** y su confianza.

Diseñar un proyecto de desmantelamiento de una instalación nuclear implica la interacción, coordinación y organización entre muchas disciplinas, áreas, entidades, empresas, contratistas y responsabilidades, y se contempla como un proceso industrial en el que se genera una enorme cantidad de materiales residuales, entre ellos **residuos radiactivos**, que deben ser gestionados de forma **óptima, eficiente y segura**. El diseño y la ejecución, con la mejora continua a lo largo de su vida, de un proyecto de desmantelamiento se hace desde el compromiso con la **optimización** de todos los procesos implicados, incluyendo y priorizando entre ellos la optimización de volumen de residuos radiactivos a ser almacenados definitivamente en el C.A. El Cabril.

Por otro lado, ENRESA afronta el enorme reto que plantea el futuro de la gestión del parque nuclear nacional desde la

apuesta por la **innovación**, la investigación, el **desarrollo** y la **cooperación** a todos los niveles, con la filosofía de la mejora continua y el compromiso con la seguridad, la calidad y la excelencia técnica.

En esta línea ENRESA ha desarrollado, en colaboración con entidades, centros y empresas tecnológicas nacionales, nuevas soluciones avanzadas para implantar en los proyectos de desmantelamiento, que ya se están usando en el actual Plan de Desmantelamiento y Clausura de la CN Sta. María de Garoña, aplicando la innovación para la mejora de la eficacia y la optimización de sus proyectos, enfocada al ámbito de la caracterización y medidas radiológicas para la gestión y **desclasificación de materiales** residuales del desmantelamiento. Soluciones que permitan, siendo este el objetivo principal, la minimización de volumen de residuos radiactivos a ser almacenados en el C.A. El Cabril y la optimización de los procesos de medida.

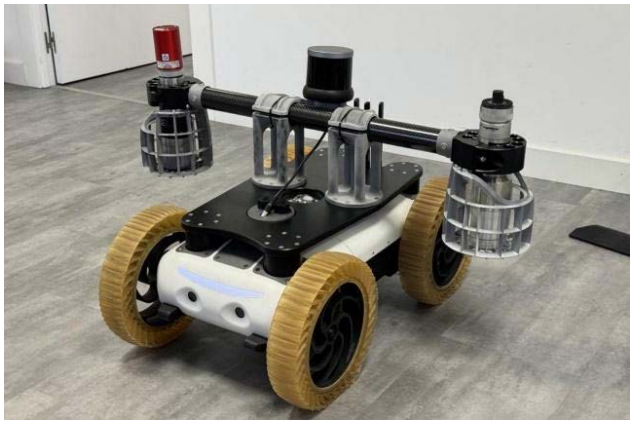
Actualmente, ENRESA cuenta con las siguientes **soluciones robóticas y equipos de tecnología avanzada**, fruto de diversos programas e iniciativas de investigación y desarrollo realizados en colaboración con otras entidades y empresas tecnológicas:

- **Armbot:** plataforma de 4 ruedas con brazo robótico montando un detector espectrométrico (NaI, LaBr) para caracterización de superficies o realización de medidas espectrométricas con 6 grados de libertad de movimiento y capacidad de posicionamiento en cualquier orientación mediante GPS y sistema de referencias externas fijas. Software de medidas integrado con el software de posicionamiento y operación. Es un robot capaz de operar de forma autónoma mediante carga previa de misiones, así como ir a su estación de carga de forma autónoma para recargar la batería. Diseñado y fabricado por Star Robotics. Concebido, entre otras aplicaciones, para la medida para desclasificación de contenedores ISO de C.A. El Cabril.



> “Se abre un futuro prometedor para el desarrollo e integración de nuevas tecnologías e Inteligencia Artificial en el sector nuclear”

- **Landbot:** robot sobre la misma plataforma que el Armbot y diseñado y fabricado por Star Robotics, pero específicamente diseñado para caracterización de terrenos. Mismas capacidades de posicionamiento y toma de datos, con el software de medida integrado, montando dos detectores espectrométricos orientados hacia el suelo y con capacidad de barrido, realización de medidas tanto dinámicas como estáticas, cubriendo entre los dos detectores, un área de 2 m^2. Está actualmente en uso en el PDC CN José Cabrera para la realización de medidas para la liberación del terreno. ENRESA dispone de dos unidades de este equipo.



- **Spot PRT ENRESA:** robot cuadrúpedo sobre plataforma Spot de Boston Dinamics pero customizado, diseñado y desarrollado conjuntamente por Alisys y GDES, para la realización de medidas espectrométricas y no espectrométricas en desmantelamiento, en entornos de difícil acceso o altas tasas de dosis. Es un robot autónomo con brazo robótico específicamente diseñado para el caso de uso de ENRESA, con capacidad de acoplar tanto detectores espectrométricos como no espectrométricos (contaminómetros) para su amplio rango de aplicación, tanto para medidas sobre materiales o puntuales, como sobre superficies. Capaz de realizar misiones, con sensores de navegación y precisión, de forma autónoma y en continuo (o teleoperada también), incluyendo su recarga en la estación de carga. Realiza mapeado físico 3D del entorno así como mapa radiológico para identificación de actividad y puntos calientes. ENRESA dispone de una unidad de este equipo.





- **Drones:** desarrollados por Enusa y Hoovering, ENRESA dispone de drones, mediante un contrato de servicios, con capacidades espectrométricas para caracterización y medidas a niveles de desclasificación, de superficies, especialmente terrenos. Este proyecto se ha desarrollado con el ambicioso enfoque del empleo de drones montando detectores espectrométricos de alta eficiencia y bajo peso, capaces de realizar medidas de alta precisión a niveles de desclasificación de superficies, tanto en exteriores como en espacios o edificios interiores y con capacidad de medidas dinámicas y estáticas, de forma autónoma y con misiones programadas, así como operables de forma manual. Actualmente ENRESA ha completado la puesta en marcha de estos equipos con resultados satisfactorios y está realizando medidas para caracterización de los terrenos en las instalaciones de Vandellós 1 y PDC CN Sta. María de Garoña.





La **IA** no podrá nunca suplantar el **control humano** y su supervisión y la toma de decisión última, en un proyecto de desmantelamiento y en los procesos asociados a la gestión de los residuos radiactivos, en todas las etapas o fases del ciclo de gestión. Debe servir como una herramienta al servicio de las necesidades del proyecto, que optimice los procesos. La **IA** puede ofrecer enormes ventajas y mejoras en este ámbito, mediante sus capacidades de reconstrucción espacial de escenarios y procesamiento de datos. Asimismo, puede **optimizar** los planes y las actividades operativas mediante simulaciones y **gemelos digitales** e integración con los modelos BIM, así como facilitar el control de procesos, la gestión de flujos de datos de multiestaciones de trabajo y la coordinación de flotas de robots y equipos autónomos. La optimización de la planificación de los trabajos bajo criterios ALARA y la seguridad del personal y los operarios en la minimización de las tasas de dosis que puedan recibir de sus actividades, supone una de las mayores mejoras y ventajas que ofrece la **IA**, la cual debe ponerse al servicio de la **seguridad y protección radiológica**.

Es indudable el potencial de la **IA** en este campo en la mejora y **optimización de los procesos**, pero su implantación requerirá siempre de un control Inteligente Natural detrás que lo gobierne. Asimismo, la realidad virtual es ya una realidad fehaciente en este ámbito y una valiosa herramienta de mejora y optimización de procesos para planificar proyectos, definir estudios de seguridad, análisis de riesgos, simulación de escenarios operativos y entrenamiento para aplicación de criterios ALARA, que supone un salto cualitativo enorme.

No ha llegado aún la **Inteligencia Artificial** a implantarse de forma operativa en el ámbito del desmantelamiento de ENRESA, en este campo tan complejo, delicado y sensible, pero sin duda está llamando a la puerta y pidiendo paso.

Se abre un **futuro** prometedor para el desarrollo e integración de nuevas tecnologías e **Inteligencia Artificial** en el sector **nuclear**, un reto clave para ENRESA y sus socios tecnológicos, con el objetivo de **optimizar** los proyectos de **desmantelamiento** manteniendo los máximos estándares de **seguridad**, calidad y excelencia técnica. Disponemos de las capacidades, del conocimiento, de los mejores científicos y tecnólogos y del compromiso con la **i+d+i** como motor para lograrlo.

¿Cómo te imaginas ahora el futuro de los desmantelamientos? Dejemos aterrizar nuestra imaginación... ■