



Solución robótica autónoma para caracterización radiológica en instalaciones nucleares

Premios Aslan 2026

04/02/2026

Índice

- 1. Marco del proyecto**
- 2. Antecedentes**
- 3. Alcance del proyecto**
- 4. Solución robótica**
 1. Plataforma de gestión de soluciones robóticas
 2. Instrumentación radiológica
 3. Sensores de navegación
- 5. Resultados**

alisyys robotics



Marco del proyecto

Solución robótica autónoma para caracterización radiológica en instalaciones nucleares.



ENRESA ha promovido la implantación de un robot autónomo capaz de realizar medidas espectrométricas y no espectrométricas para la caracterización radiológica de áreas, materiales, contenedores, bultos de residuos radiactivos, paramentos y suelos.

La UTE Alisyys–GDES ha desarrollado e implantado una solución robótica basada en un robot cuadrúpedo con capacidades avanzadas de locomoción, detección de obstáculos y generación de alarmas integradas en el software de control. El sistema incorpora un brazo telescópico robotizado e integra los payloads y sensores necesarios para garantizar una caracterización precisa y la recopilación estructurada de información.

La operación se realiza en remoto mediante una plataforma de gestión de soluciones robóticas heterogéneas, con exportación de datos y generación de informes a medida.

Antecedentes

ENRESA, responsable de la gestión segura de residuos radiactivos en España, busca reforzar la eficiencia y optimización de los procesos de caracterización radiológica. Estas labores se ejecutan habitualmente en entornos industriales complejos, con accesibilidad limitada y condiciones variables, lo que incrementa el riesgo operativo para el personal y dificulta mantener mediciones homogéneas y repetibles.

Para evolucionar hacia un modelo más automatizado y seguro, ENRESA plantea incorporar una solución tecnológica que permita reducir la exposición del personal, aumentar la consistencia de los datos y mejorar la trazabilidad de las campañas de medida, optimizando la gestión de residuos.

El proyecto aborda el desarrollo e integración de un robot cuadrúpedo autónomo con brazo robótico, capaz de operar en interiores y exteriores y portar detectores radiológicos habituales (espectrometría gamma y equipos no espectrométricos de contaminación superficial), posicionándose con precisión en los puntos objetivo.

Alcance del proyecto

Despliegue de robot cuadrúpedo en entorno industrial

Obtención de medidas precisas en puntos definidos con una solución robótica integrada por un robot cuadrúpedo, sensores, algoritmos de mapeado, localización y navegación, coordinados con un brazo robotizado.

Integración de payloads específicos

Diseño mecatrónico e integración software de elementos clave: LIDAR 3D, acoples para instrumentación radiológica y una pistola de pintura para el marcado de zonas contaminadas.

Integración de equipamiento de ámbito nuclear

En particular, el contaminómetro exige distancias reducidas y controladas frente a la pared, por lo que se integraron sensores LIDAR próximos al extremo del sensor para ejecutar barridos a la distancia óptima.

Plataforma de gestión de soluciones robóticas

Administración remota de la solución a través de una plataforma de gestión de soluciones robóticas heterogéneas, permitiendo operar por internet, visualizar datos y descargar ficheros generados.

alisy robotics



Solución robótica

La solución robótica integra un robot cuadrúpedo como elemento central, con capacidades avanzadas de locomoción a diferentes niveles en edificios y terrenos, con brazo robótico integrado, sistema de localización, y capacidad de moverse y operar de forma autónoma en interiores y exteriores, realizando medidas con los equipos acoplados. El robot seleccionado es Spot, del fabricante Boston Dynamics.

Se trata de un robot autónomo, programado para dirigirse automáticamente a la localización planificada, e iniciar la secuencia de actividades para la toma de medidas de forma autónoma. No requiere la intervención del operador durante sus actividades planificadas, salvo en caso de incidencia.



alisy robotics



Solución robótica



Spot tiene la capacidad de moverse por superficies planas, rugosas e inclinadas hasta una pendiente de al menos un +/- 30% con el brazo robótico plegado, resultando idóneo para su aplicación en entornos industriales complejos.

Cuenta con base de recarga automática, con conexión a internet. La recarga del equipo se realiza de forma autónoma, posicionándose en la estación de carga cuando el nivel de batería así lo requiera.



alisy robotics



Plataforma de gestión de soluciones robóticas



La solución desplegada para ENRESA se administra a través de una plataforma de gestión de soluciones robóticas, que unifica en una sola herramienta la supervisión, el mando y la coordinación en tiempo real.

Principios Clave:

Agnóstica al dispositivo: permite conectar cualquier robot o dispositivo, sea terrestre, aéreo o acuático, independientemente del fabricante y de la tecnología.

Completamente modular: creación de espacios de trabajo totalmente personalizados adaptados a cada caso de uso y entorno ya sea industrial, logística, seguridad o defensa. Se configuran cuadros de control (Dashboard) compuestos por Widgets con las capacidades que ofrece cada sistema.

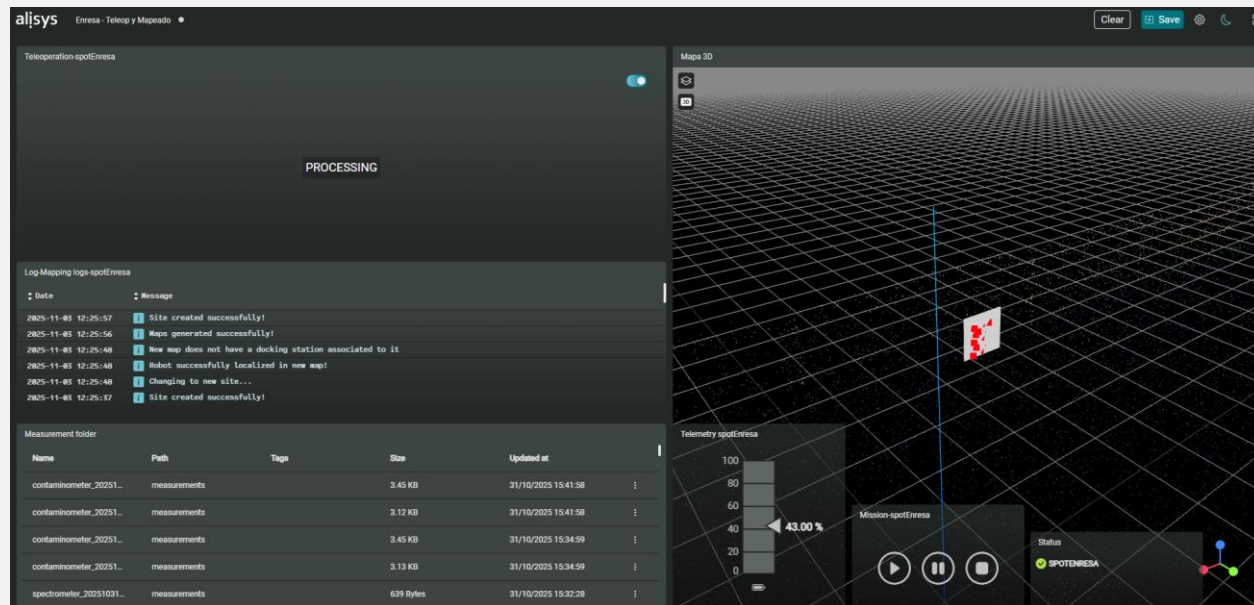
Plataforma de gestión de soluciones robóticas

Este dashboard permite la teleoperación del robot y la planificación de la misión.

En el widget de la derecha se podrá configurar la zona a inspeccionar y se visualizarán los datos generados.

Además, hay indicadores de estado del robot y mensajes de log para tener el estado del robot.

Este dashboard será el que utilice el operador del robot durante las misiones.



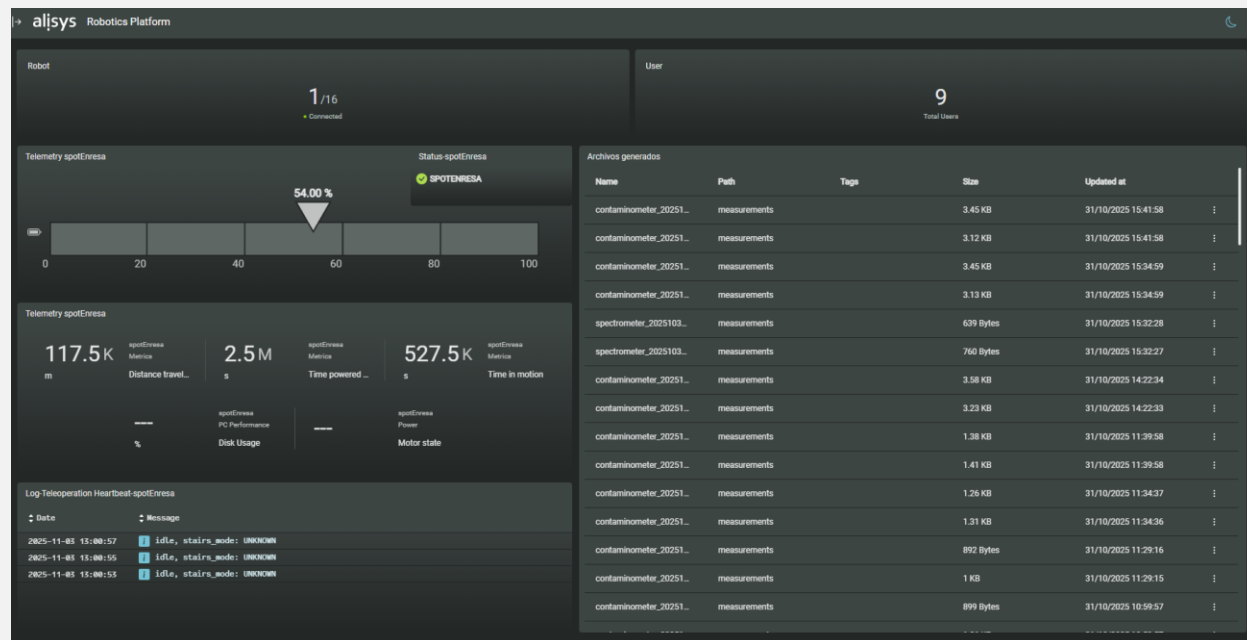
Plataforma de gestión de soluciones robóticas

Este dashboard permite ver el estado actual del robot mediante los widgets que se muestran a la izquierda.

A la derecha se muestra la lista de archivos descargables.

Estos archivos serán los generados durante las misiones.

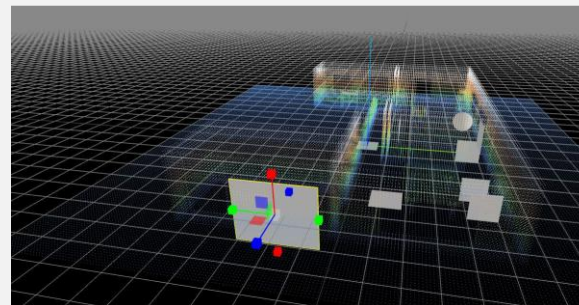
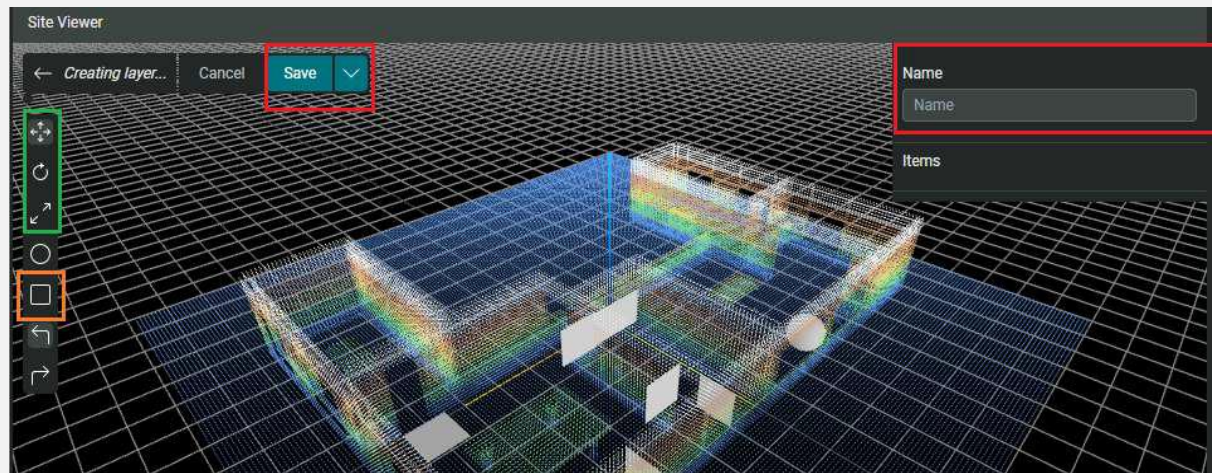
El personal encargado del análisis de los archivos empleará este dashboard para trabajar con los ficheros.



Plataforma de gestión de soluciones robóticas

En el mapa 3D generado se pueden crear capas de inspección empleando las herramientas de Capas.

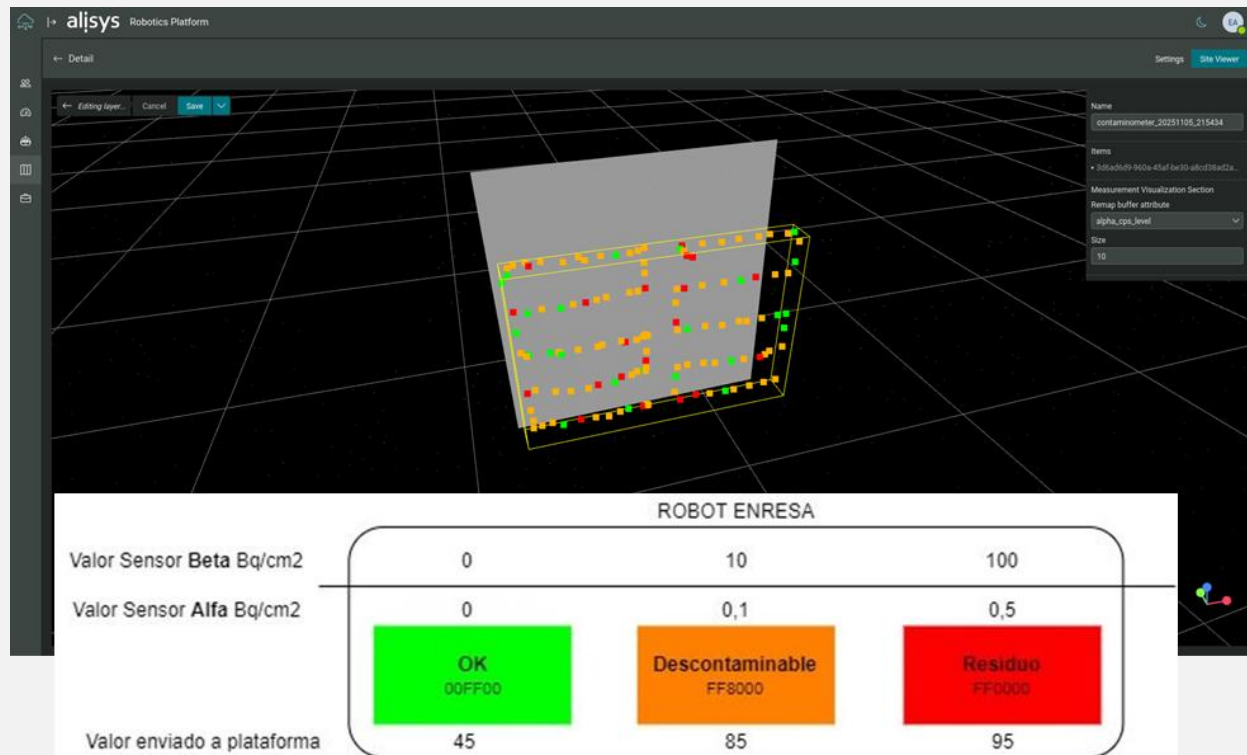
Al generarse una nueva, se guardará con un nombre específico, que será empleado posteriormente para referenciar la misión a realizar.



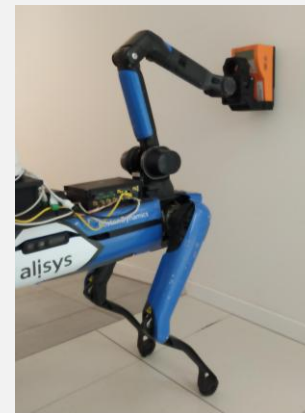
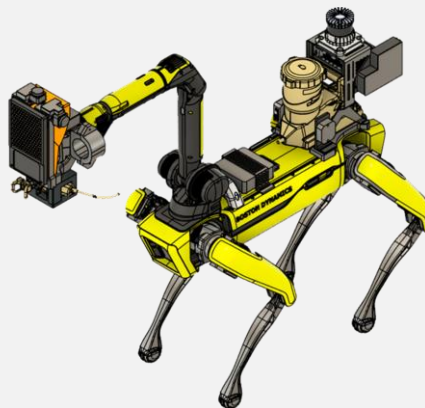
Plataforma de gestión de soluciones robóticas

Tras realizar una inspección, se superponen los puntos inspeccionados sobre la superficie marcada en el mapa 3D.

Cada punto se categoriza en limpio, descontaminable o residuo según el valor recibido de contaminación alfa o beta-gamma. Estas categorías se representan con colores verde, naranja y rojo, permitiendo una caracterización en tiempo real.



Instrumentación radiológica: contaminómetro LB124

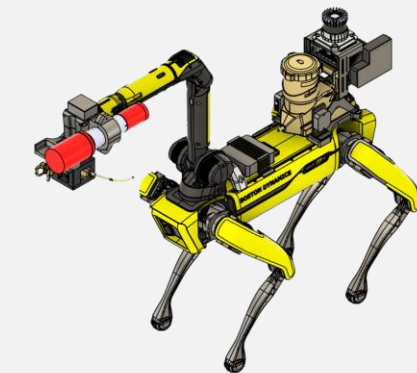


El contaminómetro LB124 permite medir la contaminación con una medida simultánea de radiación alfa y beta-gamma. Se basa en la tecnología de centelleo.

El sensor está originalmente diseñado para que lo emplee un operador humano, que podrá ver los datos en la pantalla trasera durante la inspección.

En este proyecto, se emplea el puerto serie RS-232 por el cual se comunica con un ordenador a bordo del robot Spot para trasladar las medidas realizadas a la plataforma de gestión de soluciones robóticas.

Instrumentación radiológica: detector NAIS-3x3



El detector NAIS-3x3 se basa en un cristal de Yoduro de Sodio (NaI) en formato 3x3" o 1.5x1.5". Emplea el centelleo para detectar la contaminación.

Cuenta con un sistema de estabilización de la temperatura para asegurar un resultado correcto en entornos sin aire acondicionado y al aire libre.

Este sistema se conecta por protocolos IP al ordenador a bordo del robot Spot para compartir la información de las medidas y subirlas a la plataforma de gestión de soluciones robóticas.

Sensores de navegación: LIDAR 3D-360°

El mapeado del entorno se realiza mediante un LIDAR digital con 32 planos (3D) y campo de visión 360°. Gracias a este sensor se obtiene una nube de puntos que posteriormente se procesa para generar el mapa 3D.

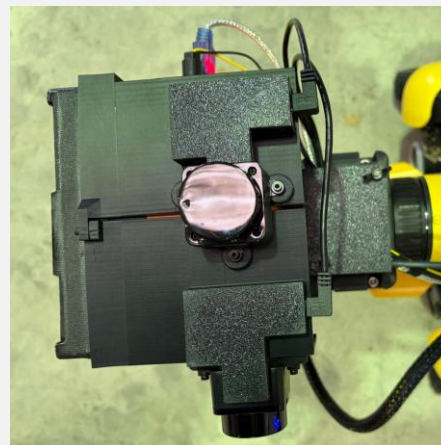
El mapa 3D se genera en una fase previa a la inspección, definiéndose sobre él las superficies a examinar.



Sensores de navegación: LIDAR 1D-360°

El sistema integra dos sensores LIDAR de un plano (1D) y campo de visión 360°, que se sitúan en horizontal y vertical en el soporte del LB124, permitiendo realizar un acercamiento preciso a la superficie a inspeccionar.

Cada sensor proporciona un segmento que permiten definir tanto el plano de inspección, como la distancia al mismo. El brazo robótico se posiciona de tal manera que el sensor está de forma perpendicular y a una distancia entre 2 y 5cm.



Resultados

Automatización de inspecciones

Aumento de la productividad y estandarización de procesos de medida y caracterización radiológica.

Disminución de tiempos operativos

Reducción de tiempos de medida, adquisición y tratamiento de datos en un 20% gracias a la automatización.

Mejora de la seguridad

Minimizar la exposición del personal a entornos potencialmente peligrosos, con riesgos de contaminación y no radiológicos (PRL).

Supervisión remota y control de flota

Se evitan tareas rutinarias y se optimizan los tiempos de trabajo de caracterización radiológica.

Mayor repetibilidad y consistencia

Ejecución automatizada que mejora la eficacia de los procesos de medida y el control de los datos.

Gestión de datos e informes

Digitalización del sistema de medida y gestión de datos, permitiendo obtener resultados en tiempo real.



Gracias