

## Progetto RETURN: AI e DL per indagini non supervisionate in ambienti sotterranei

Alessandra Spadaro<sup>1</sup>[0009-0006-6925-8458], Marco Piras<sup>1</sup>[0000-1111-2222-3333], Marcello Chiaberge<sup>2</sup>[0000-1111-2222-3333]

<sup>1</sup> Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture (DIATI), Politecnico di Torino, (alessandra.spadaro, marco.piras)@polito

<sup>2</sup> Centro Interdipartimentale per la Robotica di Servizio (PIC4SeR), Politecnico di Torino, marcello.chiaberge@polito.it

**Abstract.** L'utilizzo di sistemi di Intelligenza Artificiale (AI) e Deep Learning (DL) per indagini non supervisionate in ambienti sotterranei rappresenta un'area di ricerca in rapida evoluzione a causa dei recenti progressi tecnologici e delle crescenti necessità di sicurezza e manutenzione delle infrastrutture sotterranee. Questi sistemi offrono potenzialità enormi per migliorare l'efficienza e la precisione delle ispezioni, riducendo al contempo i rischi per gli operatori umani. Le tecnologie AI/DL consentono l'analisi automatizzata di grandi quantità di dati, rendendo possibili rilievi dettagliati e l'identificazione precoce di problemi strutturali che potrebbero essere difficili da rilevare con metodi tradizionali [1] [2].

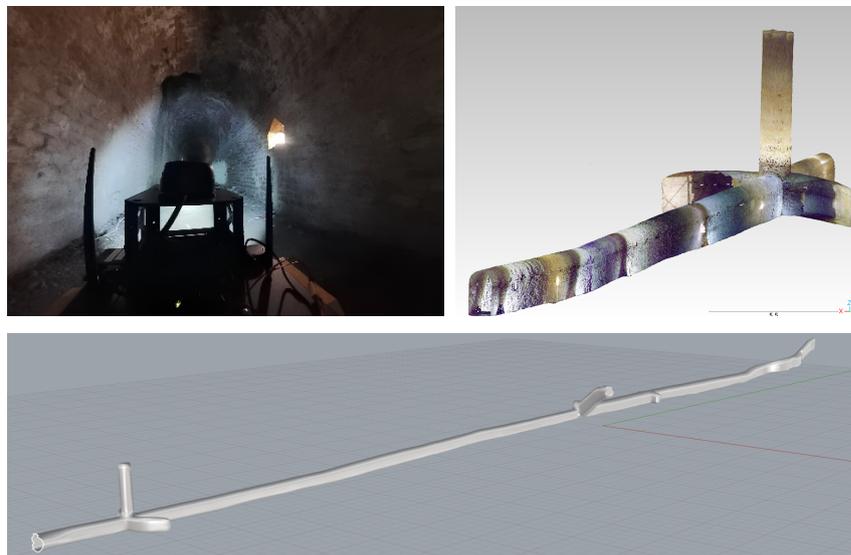
Questi temi vengono trattati nel contesto del progetto RETURN - multi-Risk sciEnce for resilientT commUNITies undeR a changiNg climate, un partenariato esteso volto a promuovere la ricerca scientifica per una migliore comprensione dei rischi ambientali, naturali e antropici. In particolare, il Task 6.4.2 "*AI and Deep Learning systems for intelligent unsupervised surveys*" all'interno del WP 6.4 del progetto RETURN, esplora l'applicazione di tecnologie AI/DL ai dati raccolti da vari sensori per eseguire rilievi autonomi e ispezioni infrastrutturali in contesti sotterranei come tunnel, cavità e sottopassi. Grazie alla collaborazione tra il Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture (DIATI) e il Centro Interdipartimentale per la Robotica di Servizio (PIC4SeR) il Politecnico di Torino, si focalizza su metodologie innovative per la raccolta e l'elaborazione dei dati, nonché sulla navigazione autonoma in condizioni complesse.

La raccolta dei dati coinvolgerà l'uso di sistemi convenzionali e non convenzionali come rover e droni, equipaggiati con differenti tipi di sensori, camere e illuminatori. Questi strumenti permettono di testare tecnologie necessarie per la navigazione autonoma in ambienti sotterranei difficili da raggiungere per gli esseri umani, migliorando la sicurezza e l'efficacia delle operazioni di rilievo. La metodologia indagherà varie fasi, dalla raccolta dei dati

come immagini, nuvole di punti e modelli 3D, alla loro calibrazione, fusione ed elaborazione. AI e Machine Learning (ML) giocheranno un ruolo cruciale nel post-processing ai fini di classificazione, segmentazione, rilevamento e riconoscimento dei danni nelle strutture sotterranee, combinando soluzioni innovative per garantire accuratezza ed efficacia delle ispezioni. [3]. Verranno infine studiati protocolli di integrazione per delle informazioni digitali ai fini della creazione di digital twins per una gestione intelligente delle infrastrutture.

Un caso studio significativo è rappresentato dalle Gallerie Pietro Micca a Torino (Piemonte), dove è stata testata l'integrazione di vari sensori quali, LiDAR, camere di profondità e 360, illuminatori sul rover Clearpath UGV Jackal (Figura 1). Questo ambiente complesso, caratterizzato da tunnel stretti, soffitti bassi e rivestimenti in mattoni con geometrie lineari e texture ripetitive, ha offerto un contesto ideale per valutare le capacità di navigazione e l'efficacia delle tecnologie impiegate.

In conclusione, l'impiego di AI e DL per rilievi non supervisionati in ambienti sotterranei offre significative opportunità per la mappatura e la gestione delle infrastrutture in contesti difficili da raggiungere, contribuendo alla sicurezza e all'efficienza delle operazioni. Il progetto RETURN, attraverso il Task 6.4.2, rappresenta un contributo importante allo sviluppo di queste tecnologie, promuovendo l'innovazione e la sicurezza nel settore delle ispezioni infrastrutturali sotterranee.



**Fig. 1.** Campagna di test alle Gallerie Pietro Micca, Torino (Piemonte), nuvola di punti acquisita e modello 3D.

## Riferimenti bibliografici

1. Lin, J., Dou, J., Huang, L.: A Survey of Deep Learning Algorithms for Autonomous Navigation. *Journal of Robotics and Automation*, 37(4), 467-483 (2021).
2. Liu L., Song, Z., Li X.: Artificial intelligence in tunnel construction: A comprehensive review of hotspots and frontier topics. *KeAI, Geohazard Mechanics* (2024).
3. Sjölander A., Belloni V., Ansell A., Nordström E.: Towards Automated Inspections of Tunnels: A Review of Optical Inspections and Autonomous Assessment of Concrete Tunnel Linings. *Sensors*, 23(6), 3189 (2023).

