

Workshop “Tecnologie satellitari e analisi multi-rischio: l’esperienza dei progetti I4DP_SCIENCE e prospettive future”

27-28 maggio 2025

Agenzia Spaziale Italiana (ASI), Roma, Italia

Elenco degli abstract degli interventi orali – versione 22/05/2025

Prodotti e servizi innovativi per l’analisi dei rischi naturali e antropici (Giorno 1, 27 maggio)

Analisi degli spostamenti del suolo e dell’ambiente costruito della caldera dei Campi Flegrei utilizzando misure DInSAR satellitari multi-frequenza

Francesco Casu ¹, Manuela Bonano ¹, Teresa Bortolotti ², Sabatino Buonanno, Federica Casamento, Federica Cotugno, Claudio De Luca ¹, Marianna Franzese, Adele Fusco, Riccardo Lanari ¹, Michele Manunta ¹, Fernando Monterroso ¹, Pasquale Noli, Giovanni Onorato, Francesco Poggi, Yenni Roa ¹, Pasquale Striano ¹, Muhammad Yasir ¹, Giovanni Zeni ¹, Ivana Zinno ¹

¹ CNR-IREA, Napoli-Milano

² MOX, Dipartimento di Matematica, Politecnico di Milano

La caldera dei Campi Flegrei è un’area di natura vulcanica, localizzata nella zona occidentale della città metropolitana di Napoli, che da circa due decenni è interessata da un progressivo innalzamento del suolo (bradisismo), accompagnato da intensa sismicità e anomalie geochimiche.

In questo lavoro verranno mostrate le attività condotte dal CNR-IREA, quale Centro di Competenza del Dipartimento nazionale di Protezione Civile, per quanto riguarda l’analisi e il monitoraggio degli spostamenti del suolo e dell’ambiente costruito dell’area Flegrea, utilizzando tecniche satellitari di Interferometria SAR Differenziale (DInSAR).

A tal fine vengono impiegati primariamente i dati acquisiti in banda C dai satelliti Sentinel-1 del programma europeo Copernicus, e quelli in banda X della costellazione duale (civile e militare) italiana COSMO-SkyMed di prima e seconda generazione (CSK/CSG), che viene sviluppata e gestita congiuntamente dall’Agenzia Spaziale Italiana e dal Ministero della Difesa. Alla disponibilità dei dati suddetti si è aggiunta più recentemente anche quella dei dati acquisiti in banda L dai satelliti della costellazione SAOCOM-1 della Agenzia Spaziale Argentina (CONAE).

I risultati ottenuti grazie alle misure DInSAR multi-frequenziali permettono di descrivere in maniera dettagliata il campo di spostamento dei Campi Flegrei, che mostra una simmetria prevalentemente radiale, con il massimo dell’uplift concentrato nell’area del Rione Terra (Pozzuoli). Inoltre, essi mostrano anche che, a partire dal 2021, è presente presso l’area del Monte Olibano–Accademia un minore sollevamento (deficit) rispetto alle zone circostanti. Questo comportamento, che è rilevabile

da tutti i sensori SAR che illuminano i Campi Flegrei, mostra un'interessante evidenza di alterazione locale della simmetria radiale del campo di spostamento della caldera.

Inoltre, verrà mostrato che la disponibilità delle misure DInSAR multi-frequenziali, caratterizzate da diverse risoluzioni spaziali, permette di caratterizzare, in aggiunta agli spostamenti del suolo, anche quelli di edifici ed infrastrutture, andando a fornire importanti informazioni per lo studio della loro stabilità strutturale.

Monitoraggio satellitare delle infrastrutture mediante DInSAR – SBAS: assenza di PS e ruolo della temperatura dell'aria

R. Ditommaso ¹, G. Auletta ¹, F.C. Ponzo ¹

¹ Università degli Studi della Basilicata

Il monitoraggio continuo dello stato di salute delle infrastrutture è fondamentale per una corretta valutazione delle condizioni di sicurezza delle stesse e per una efficace pianificazione degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria. Tra le strategie più rilevanti adottate a tale scopo vi sono il monitoraggio degli spostamenti/deformazioni e l'identificazione delle caratteristiche dinamiche. Negli ultimi anni, uno degli sviluppi più significativi nell'ambito del monitoraggio strutturale è stato l'impiego dei dati ottenuti tramite interferometria satellitare. Questa tecnologia consente di acquisire informazioni preziose sulle opere strutturali sia su scala locale che regionale. Tuttavia, sebbene i metodi satellitari per il tracciamento delle deformazioni del suolo siano generalmente considerate affidabili, essi presentano alcune criticità quando applicati al monitoraggio di singoli manufatti. Tali criticità risultano particolarmente evidenti nel caso di strutture sensibili alle variazioni di temperatura che possono provocare, ad esempio, spostamenti verticali degli impalcati tali da perdere l'informazione satellitare. Lo studio, basato anche sull'utilizzo di analisi termo-meccaniche, utilizza come caso applicativo il Ponte della Musica – Armando Trovajoli a Roma, monitorato con l'ausilio della costellazione Cosmo-SkyMED al fine di approfondire tali problematiche. I risultati evidenziano le potenzialità dell'approccio metodologico e contestualmente mettono in luce i limiti dell'interferometria satellitare differenziale nella rilevazione di spostamenti che superano l'intervallo massimo misurabile, in funzione della lunghezza d'onda utilizzata.

Si ringrazia il Dipartimento della Protezione Civile Italiana per il supporto finanziario fornito nell'ambito del progetto DPC-ReLUIIS 2019-2021, 2022-2024 e 2024-2026 WP6-"Monitoraggio e dati satellitari" nel cui contesto sono state svolte le presenti attività di ricerca. Si ringrazia, inoltre, l'Agenzia Spaziale Italiana per aver consentito l'utilizzo dei prodotti CSK® e il CNR-IREA per il processamento dei dati.

InSAR per il patrimonio culturale

Silvia Bianchini ¹

¹ Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Firenze

Italy is a country with a high number of cultural assets and urban sites characterized by a high historical value, some included in the UNESCO World Heritage List (WHL) or in its Tentative List, but at the same time, from a geological and geomorphological point of view, the Italian territory is extensively affected by significant natural geo-hazards.

Satellite multi-Temporal radar interferometric techniques (MT-InSAR) such as PSI (Persistent Scatterers Interferometry) are non-invasive remote sensing methods without material contact with man-made structures and with high data sampling (up to weekly frequency), so that they can be profitably used for measuring and periodically monitoring millimetric deformations of architectural structures without affecting their integrity. Moreover, X-band high resolution SAR imagery, i.e. from the Italian constellation COSMO-SkyMed, suitably fits the edifice-scale since many radar benchmarks show up on rooftops and facades.

This work shows various multi-temporal PSI-based procedures applied to built-up sites, at different scales from the screening of the urban fabric up to building-scale analysis. Several case applications on some Italian CH (Cultural Heritage) urban sites are presented by exploiting LEO satellites from Sentinel-1 and COSMO-SkyMed missions. Results demonstrate the effectiveness of operational methodologies of using PSI data to support geospatial screening of the territory, to highlight potentially critical situations on urban fabric, and to help management strategies for the built-up heritage. At the same time, the work aims at recalling that MT-InSAR approaches are not a stand-alone techniques, so that there is the need for integrating satellite remote-sensed data with other sources, e.g. deriving from structural assessment and on-site monitoring.

Remote Monitoring of Ground Displacement via Functional Time Series and Conformal Inference

Teresa Bortolotti ¹

¹ MOX, Dipartimento di Matematica, Politecnico di Milano

Recent advancements in differential interferometric processing of Synthetic Aperture Radar data now make it possible to obtain high-resolution ground displacement estimates at millimeter precision, enabling the continuous monitoring of large areas exposed to environmental hazards. We leverage data processed with multi-temporal differential interferometric SAR techniques to monitor ground deformation phenomena in the Phlegraean Fields, southern Italy, a region notably at risk due to intense volcanic and bradyseismic activity. We propose a statistical tool for anomaly detection that integrates both spatial and temporal information of ground displacement, and highlights deviations from the expected behavior by localizing them in space and time. The approach treats the sequence of displacement data as a time series of surfaces – functions defined over a spatial domain – and constructs, for each time point, a prediction band for the next displacement surface. Anomalies are flagged when the new observed surface falls outside these bounds at specific

locations, producing a warning map. The method draws on recent developments in functional data analysis and nonparametric statistics, combining functional autoregressive modeling with conformal prediction. It is assumption-free and provides valid statistical guarantees by controlling the probability of one or more false anomalies across space at a user-specified level. Thanks to its interpretability and its ability to detect localized anomalous deformation patterns, the warning map serves as a valuable tool to support risk mitigation efforts and the planning of targeted interventions. Finally, by not requiring any assumptions on the underlying displacement distribution, it holds strong potential for broad application in environmental hazard assessment and early warning systems.

Orbite a media inclinazione per costellazioni di sistemi SAR compatti e loro utilizzo per analisi DInSAR: il caso della costellazione NIMBUS-IRIDE

Riccardo Lanari ¹, Paolo Berardino ¹, Manuela Bonano ¹, Francesco Casu ¹, Victor Cazcarra-Bes ², Antonio Ciccolella ³, Gabriella Costa ³, Federica Cotugno ¹⁻⁴, Felipe Martin Crespo ³, Gordon Farquharson ², Guido Levrini ³, Antonio Moccia ⁴, Alfredo Renga ⁴, Craig Stringham ², Nestor Yague-Martinez ², Michele Manunta ¹

¹ IREA-CNR, Napoli/Milano, Italy

² Capella Space Corporation, California, USA

³ Università Federico II, Napoli, Italy

⁴ European Space Agency (ESA-ESRIN), Frascati, Italy

Le tecniche avanzate di Interferometria SAR Differenziale (DInSAR) satellitare hanno ricoperto negli ultimi 30 anni un ruolo centrale nell'analisi di scenari di rischio naturale ed antropico, grazie alle possibilità di misurare con accuratezze sub-centimetriche le caratteristiche spazio/temporali degli spostamenti lenti attraverso le serie temporali di deformazione. La crescente diffusione degli approcci DInSAR multi-temporali è stata incentivata dalla disponibilità di archivi sempre più cospicui di dati SAR acquisiti da sistemi satellitari operanti a differenti bande di frequenza, risoluzioni spaziali, tempi di rivisitazione e coperture a terra. Attualmente, le esigenze della comunità DInSAR vanno verso sistemi satellitari sempre più performanti, con migliorate capacità di imaging e tempi di rivisita, capaci di analizzare anche spostamenti a rapida dinamica e superare alcune limitazioni delle attuali costellazioni satellitari, come ad esempio la scarsa sensibilità alla componente di spostamento Nord-Sud tipica dei sensori SAR su orbite eliosincrone. Alcuni fra i programmi spaziali più recenti e in fase di sviluppo sono basati su sistemi di costellazioni di mini e micro satelliti SAR, caratterizzati da maggiore flessibilità rispetto alle piattaforme tradizionali e configurabili con modalità operative innovative su orbite LEO a media inclinazione (MIO), permettendo quindi di ottenere informazioni a valore aggiunto sul campo di deformazione tridimensionale.

Questo lavoro si focalizza sulla componente SAR operante in banda X, denominata NIMBUS, del programma italiano IRIDE, sviluppato dall'ESA con ASI su mandato italiano, che sarà messo in orbita nel 2026. In particolare, mostreremo come la configurazione con orbite MIO a 49° permetterà di

massimizzare la copertura spaziale e minimizzare il tempo di rivisita, ottimizzando le performance DInSAR, per quanto riguarda la mappatura dell'intero territorio italiano, così da rilevare efficacemente anche la componente Nord-Sud dello spostamento superficiale. Infine, saranno mostrati i risultati preliminari di un'analisi con orbite MIO eseguita con i dati sperimentali della costellazione Capella Space sull'area dei Campi Flegrei.

Tecnologie satellitari per l'analisi multi-rischio: esperienze e prospettive di ANAS

Cristiano Lanni ¹, Silvia Autuori ², Massimo Gargano ³, Angelo Stillavato ⁴

¹ Direzione Technology Innovation & Digital Spoke, ANAS S.p.A.

² Direzione Operativa, ANAS S.p.A.

³ Direzione Tecnica, ANAS S.p.A.

⁴ Struttura Territoriale Calabria – A2, ANAS S.p.A.

Nel contesto di una rete stradale estesa e articolata, composta da circa 32'000 km di strade, 18'720 ponti e viadotti e 2'157 gallerie, ANAS considera l'integrazione dei dati e prodotti satellitari di Osservazione della Terra (Earth Observation – EO) una risorsa strategica per affrontare con maggiore efficacia i rischi naturali e antropici, in un contesto sempre più segnato dai cambiamenti climatici e dall'aumento della frequenza e intensità degli eventi estremi.

Questo contributo presenta alcuni esempi applicativi dell'impiego delle tecnologie EO, con particolare attenzione ai dati radar SAR e alle tecniche interferometriche (InSAR, A-DInSAR). I casi d'uso riguardano sia la pianificazione e progettazione di nuovi interventi sia la gestione e manutenzione delle infrastrutture esistenti.

In particolare, vengono descritti casi concreti relativi al monitoraggio dei movimenti del terreno e delle infrastrutture, all'integrazione tra osservazioni satellitari, rilievi da terra e sensori in situ, alla verifica della coerenza tra le ipotesi progettuali e i comportamenti effettivamente osservati, nonché al controllo nel tempo dell'efficacia e della funzionalità degli interventi realizzati.

Sono inoltre analizzati i limiti attuali delle tecnologie EO per tali finalità, insieme alle prospettive evolutive auspicabili, con l'obiettivo di promuoverne un impiego sempre più sistematico nelle metodologie di valutazione dello stato di salute delle opere esistenti e, più in generale, lungo l'intero ciclo di vita delle infrastrutture stradali.

Infine, viene illustrato come ANAS stia contribuendo, in qualità di Pilot User, a progetti innovativi legati all'utilizzo dei dati satellitari (come il progetto IRIDE), con l'obiettivo di fornire spunti utili all'identificazione dei requisiti operativi e funzionali da considerare nello sviluppo di nuovi programmi e missioni spaziali di osservazione della Terra, nonché nella definizione di prodotti e servizi downstream sempre più rispondenti alle esigenze di un gestore di asset e infrastrutture critiche.

PRISMA's role in Active Fire: current capabilities and future trends

Stefania Amici ¹

¹ Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)

Remote Sensing from space is a key measuring technique that can provide valuable information to characterise fire disturbances at three temporal phases: pre- fire vegetation assessment, active fire tracking and post fire burnt scar mapping. The use of multispectral satellite sensors with spectral bands located in the Middle-Infrared (MIR), where the fire signal is significantly higher than the background, have been used since 1980 (AVHRR) to detect active fires and its characteristics. A number of satellite imaging systems, at LEO (i.e. MODIS-TERRA and AQUA, VIIRS-Suomi NPP, SLSTR-Sentinel 3A and 3B) and GEO (i.e. SEVIRI-MSG, ABI-GOES, ABI-HIMAWARI) orbits provide active fire products such as fire detection and Fire Radiative Power products. However, due to their coarse spatial resolution (1-2 km/px) and wide spectral bands, small fires detection and associated FRP retrieval is limited, representing a potential source of omission error.

Although the current available high-resolution sensors do not cover the MIR spectral range, the use of hyperspectral sensors operating at Short Wave InfraRed (SWIR) has been recently researched. The unique spectral content provided by PRISMA and its high spatial resolution (5m PAN and 30m Hyper.) allow to study active fire characteristics.

Fire applications using PRISMA, including techniques for forest fire front identification and temperature retrieval, are presented alongside fire classification enhanced by AI. Preliminary studies aiming to characterize fire intensity and the synergic role of PRISMA with other missions are also discussed.

ComeOnBoardPSG!

Ilaria Cannizzaro ¹, Dario Spiller ¹

¹ Scuola di Ingegneria Aerospaziale di Sapienza Università di Roma

ComeOnBoardPSG! is a project funded by the Italian Space Agency that aims to significantly enhance the capabilities of the upcoming PRISMA Second Generation (PSG) hyperspectral (HS) mission. This is achieved through the integration of advanced onboard artificial intelligence technologies for real-time data processing and optimized resource management. A primary focus is the timely detection of high-temperature events (HTEs), such as wildfires and volcanic eruptions. DL-based fire detection algorithms integrated into the main HS payload enable the system to deliver accurate and timely alerts to support emergency response and natural disaster management operations.

This study investigates, for the first time, the potential operational use of HS imaging on PSG for environmental monitoring, with the specific objective of delivering near-real-time alerts to support ground teams during natural disasters. Designed with the end user in mind, the system minimizes latency and improves reaction times, particularly in scenarios involving HTEs. This makes PSG a

valuable asset in fulfilling critical disaster response requirements and establishes it as a key player in the disaster management ecosystem.

The capability for real-time wildfire detection builds on the expertise and datasets collected by the research team from previous work. Specifically, preliminary results using PRISMA HS imagery comprising patches extracted from images of Australia and Oregon, and convolutional neural network models demonstrate the feasibility of this approach. The results show a remarkable 93.83% accuracy in detecting fire in the ground.

Edge deployment on a low-power visual processing unit board further validates the suitability of implementing the proposed neural network onboard the PSG mission. The system achieves low-latency fire detection, averaging approximately 21.4 milliseconds per patch, while maintaining efficient power consumption at just 1.32 W. This capability enables rapid identification and reporting of critical events, significantly improving the responsiveness and effectiveness of disaster management operations.

Uso di reti generative per la fusione di dati SAR e ottici nella mappatura di incendi boschivi

Donato Amitrano ¹

¹Centro Italiano Ricerche Aerospaziali (CIRA)

Il telerilevamento satellitare è una risorsa fondamentale per il monitoraggio degli incendi boschivi grazie alla sua capacità di acquisire frequentemente dati su vaste aree e in diverse porzioni dello spettro elettromagnetico, che offrono diverse sorgenti di informazione utili per l'applicazione.

I recenti progressi dell'intelligenza artificiale stanno introducendo nuovi strumenti per lo sfruttamento congiunto dei dati SAR e multispettrali, che risultano evidentemente complementari. In particolare, le reti generative avversarie (GAN) stanno rapidamente attirando l'attenzione della comunità del telerilevamento grazie alla loro capacità di trasformare immagini digitali generando nuovi dati idealmente indistinguibili dall'input originale. Nel telerilevamento, questo concetto è stato recentemente applicato per trasformare immagini SAR in immagini ottiche con risultati promettenti. Nella maggior parte della letteratura, l'obiettivo è produrre dati per compensare la presenza di nubi nelle acquisizioni ottiche originali.

In questa presentazione, si propone l'utilizzo delle GAN per tradurre un dato SAR bi-temporale coerente in un indice spettrale, ovvero il normalized burned ratio. I dati generati, in combinazione con quelli multispettrali nativi, vengono poi utilizzati per creare sviluppare una identificazione ibrida che unisce la robustezza dell'informazione derivata dall'ottico (in fase pre-evento) e la certezza dell'informazione propria dell'immagine radar in fase post-evento, nella quale è desiderabile avere a disposizione un dato indipendentemente dalle condizioni meteo e/o di illuminazione.

Gli esperimenti sono stati condotti utilizzando un dataset estratto dal database Copernicus Emergency Management. I dati sono stati acquisiti con un intervallo di 12 giorni a cavallo dell'evento. L'area totale coinvolta nel dataset di test è di 352 mila ettari, di cui 131 mila interessati da incendi. I risultati ottenuti rivelano che la metodologia proposta supera la letteratura in tutti

i parametri di qualità della classificazione, raggiungendo un'accuratezza nella mappatura degli incendi vicina al 90% con falsi allarmi trascurabili, introducendo così una nuova soluzione per l'integrazione dei dati SAR e multispettrali.

Normalized Hotspot Index (NHI): an original algorithm for mapping, monitoring and characterizing high temperature events related to natural, environmental and anthropic hazards

M. Faruolo ¹, C. Filizzola ¹, N. Genzano ², F. Marchese ¹, G. Mazzeo ¹, N. Pergola ¹, C. Pietrapertosa ¹

¹ Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale

² Politecnico di Milano, Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito

Several natural, environmental and anthropic hazards are marked by high temperature sources (e.g., volcanic eruptions, fires, industrial accidents) and can threaten the surrounding areas with serious social, economic and environmental impacts. Disasters may happen anytime, worldwide, and their negative effects might occur at very variable spatial and temporal scales. Earth observation (EO) satellite data may thus represent a suitable (sometimes the only one) tool for mapping, monitoring and characterizing these hazards, to better understand their intensity and evolution and to timely and continuously inform decision systems.

The Normalized Hotspot Index (NHI) is an original algorithm designed and developed to accurately identify, monitor and characterize high temperature instances related to natural and anthropic hazards by means of infrared multi-sensor and multi-platform EO satellite data. In recent years, NHI has been used to study thermal activity of volcanoes, to detect and map dramatic fires and to characterize industrial sites at high potential environmental impact, like the oil&gas treatment facilities (i.e., gas flaring sites). Here, the NHI algorithm rationale is briefly presented and its applications to natural and anthropic hazards investigation from space are shown and described. Finally, two NHI-based Open Tools fully developed and freely available within Google Earth Engine cloud are presented.

L'effetto di raffrescamento dei tetti verdi

Stefania Pace ¹, Vincenzo Del Fatto ¹

¹ ENEA

I tetti verdi all'interno dei tessuti urbani hanno dimostrato di essere una soluzione salvaspazio che ha il potenziale di ridurre drasticamente i problemi ambientali dei centri urbani. L'obiettivo di questa ricerca è indagare l'effetto di raffrescamento dei tetti verdi nel caso reale di una città italiana di medie dimensioni come Bolzano, combinando sistemi informativi geografici (GIS) e tecnologie di telerilevamento. Dal 2004 il Comune di Bolzano ha imposto la certificazione RIE (Riduzione dell'Impatto Edilizio) per tutti gli interventi edilizi, portando a una grande diffusione dei tetti verdi e facendo assumere alla città di Bolzano il ruolo di leader in Italia. Alla mesoscala, sono state utilizzate

serie temporali di diverse fonti di dati termici satellitari (immagini Landsat TM, ETM+, OLI/TIRS e Sentinel 2) e diversi approcci geospaziali (anello multi-buffer) per valutare l'influenza dei cambiamenti spazio-temporali delle superfici dei tetti verdi di Bolzano sulla temperatura della superficie terrestre (LST) dell'area urbana dal 2004 al 2024, prima e dopo l'implementazione. Inoltre, è stato preso in considerazione anche l'approccio a microscala mediante mappe LST ricavate da immagini termiche del drone Mavic 3 pro con risoluzione più fine. Sono stati raccolti anche i dati di temperatura della verità a terra dalle stazioni meteorologiche e dalla termocamera portatile. Il primo risultato ha mostrato che la differenza media di LST prima e dopo l'implementazione dei tetti verdi nel quartiere sud di Bolzano è diminuita di 1,5 °C.

Robust Satellite Techniques for real-time monitoring of natural, environmental and man-made hazards

Valerio Tramutoli ¹

¹ Università degli Studi della Basilicata

Polar and geostationary satellites, originally addressed mostly to meteorological applications, thanks to their unique temporal resolution (from hours to few minutes) have been, everyday more, used to continuously monitoring the Earth's environment and related quickly evolving phenomena not otherwise observable with the same continuity at the synoptic scale.

The advantage offered by the Robust Satellite Techniques (RST) in overcoming the limits of traditional techniques will be described in the case of several natural, environmental and man-made hazards.

The possibility to couple the rapidity offered by geostationary satellites and the high spatial resolution offered by constellations of low-cost satellites will be discussed as well as the specific potential offered by RST based algorithms for on-board data processing.

Piattaforma Web-GIS Avanzata per il Monitoraggio delle Infrastrutture e la Gestione dei Rischi Naturali tramite metodologie basate su EO, Data-Meshing e Intelligenza Artificiale

Paolo Caporossi ¹

¹ TITAN4

La crescente esposizione delle infrastrutture critiche ai rischi naturali e antropici richiede soluzioni innovative per il monitoraggio, la previsione e la gestione proattiva delle situazioni di pericolo. In questo contesto, TITAN4 ha sviluppato una piattaforma avanzata Web-GIS per l'integrazione e l'analisi di dati multi-sorgente, finalizzata alla valutazione del rischio e al supporto decisionale in ambito multi-hazard.

La piattaforma TITAN4 integra dati di Osservazione della Terra (immagini SAR, ottiche e multispettrali satellitari), modelli digitali di elevazione (DEM, LiDAR), sensori in-situ (GNSS, accelerometri, inclinometri, piezometri, IoT) e basi dati geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche. L'architettura è basata su un approccio data mesh, che consente una gestione distribuita, scalabile e interoperabile dei dati, garantendo l'integrazione dinamica di fonti eterogenee in ambienti complessi.

L'uso di tecniche avanzate di Intelligenza Artificiale consente funzionalità quali la classificazione automatica delle aree a rischio, il rilevamento di anomalie, la selezione ottimizzata dei sensori EO e la modellazione predittiva dei fenomeni. Un modulo di pre-analisi intelligente suggerisce le tecnologie di osservazione più adatte in base al tipo di infrastruttura e contesto territoriale, mentre un sistema di allerta precoce in tempo reale emette notifiche basate su soglie critiche e dinamiche rilevate.

In fase di post-processing, algoritmi di clustering e machine learning vengono applicati a serie temporali InSAR per l'identificazione di deformazioni associate a fenomeni franosi e idraulici, supportando una mappatura affidabile delle aree vulnerabili.

La piattaforma TITAN4 rappresenta un servizio innovativo per la gestione del rischio, la manutenzione predittiva e la resilienza infrastrutturale, in linea con le priorità nazionali per l'impiego sinergico delle tecnologie spaziali e geomatiche a supporto della sicurezza del territorio.

PEOS – A Digital Platform for Earth Observation and Natural Risk Management: Insights from the MEET Project (PNRR)

Stefano Corradini ¹ (on behalf of the COS-INGV and PEOS development team)

¹ Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)

Within the framework of national initiatives for scientific innovation and resilience, the MEET – Monitoring Earth's Evolution and Tectonics project, funded under Italy's National Recovery and Resilience Plan (PNRR) – Next Generation EU and part of the European research infrastructure EPOS (European Plate Observing System), aims to enhance Italy's integrated Earth observation system, with a special focus on regions characterized by heightened exposure to natural hazards.

MEET is coordinated by the Space Observation of the Earth center (COS) in order to enhance INGV's capacity to deliver products and services based on Earth Observation data and Cal/Val facilities.

A central component of this initiative is the development of PEOS (Platform for Earth Observation from Space), a digital infrastructure designed for the generation, management, and dissemination products derived from Earth observation and upper atmosphere monitoring. The data—acquired from both satellite and ground-based systems—are made accessible through a dedicated web portal and API interfaces, fully aligned with the FAIR principles (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable).

The platform integrates processing modules developed by INGV and IREA-CNR, addressing the following areas:

- Space geodesy and radar interferometry (InSAR, SBAS), 3D displacement mapping, and damage assessment;
- Monitoring of volcanic activity and wildfire through multispectral satellite data and artificial intelligence techniques, and 3D modelling;
- Space weather analysis and monitoring of lithosphere–atmosphere–ionosphere coupling (LAIC);

All products are subject to rigorous calibration and validation (Cal/Val) procedures based on independent measurements to ensure their accuracy and reliability.

The PEOS platform represents a practical tool for the integrated assessment and management of natural risks, facilitating cross-sector applications in earthquake, volcano, and environmental domains.

This presentation will outline the achieved results and highlight the platform's application potential, with the goal of fostering collaboration between institutional users and the scientific community, and contributing to the collection of technical and scientific insights for future ASI downstream initiatives.

Soluzioni satellitari ultra-compatte per l'analisi, la gestione e la risposta ai rischi naturali e antropici in scenari privi di infrastrutture

Alessandro Bergamini ¹

¹Cento92

L'evoluzione degli scenari di rischio naturali e antropici, anche a seguito dei cambiamenti climatici, richiede soluzioni capaci di operare in contesti remoti, scarsamente serviti da infrastrutture di comunicazione, con necessità di raccolta dati in tempo reale e di attivazione immediata delle catene di emergenza.

SKYSOS e HALF rappresentano due tecnologie italiane innovative, sviluppate per rispondere a queste esigenze:

- SKYSOS è un sistema di comunicazione satellitare plug&play conforme ai requisiti Galileo HAS, progettato per garantire la trasmissione di allerte critiche anche in totale assenza di rete terrestre, utilizzabile da veicoli, operatori sul campo, cittadini e infrastrutture sensibili.
- HALF è un micro-tracker ambientale ultra-compatto che integra sensistica onboard (temperatura, umidità, pressione, movimento, geolocalizzazione Wi-Fi/BLE) e capacità di creare mini-stazioni autonome low cost, alimentate da batteria primaria a lunghissima durata. HALF consente la realizzazione di reti di monitoraggio distribuite e sostenibili per la raccolta continua di dati ambientali in aree remote, supportando l'analisi predittiva di fenomeni di rischio idrogeologico, incendi boschivi, siccità e rischi antropici.

Le due tecnologie, complementari tra loro, abilitano nuovi paradigmi di analisi multi-rischio, raccolta dati georeferenziata e risposta operativa basata su architetture satellitari autonome, scalabili e sostenibili, con applicazioni immediate nei settori della protezione civile, agricoltura, logistica e gestione delle infrastrutture critiche.

SaferPlaces AI/EO-based Flood Risk Intelligence in Urban Areas

Stefano Bagli ¹

¹ ecosistema

Il contributo propone la piattaforma SaferPlaces, una soluzione digitale avanzata per la valutazione e gestione del rischio da alluvione in ambito urbano, basata su dati di Osservazione della Terra (EO), modellazione idrologica e idraulica, e tecnologie di Digital Twin. L'obiettivo è dimostrare come l'integrazione di dati satellitari, modelli climatici, sensori in situ e algoritmi di intelligenza artificiale possa supportare la protezione civile e le amministrazioni pubbliche nella pianificazione e gestione del rischio idrogeologico, con particolare riferimento agli eventi di piena pluviale.

Durante il contributo verrà illustrato il funzionamento della piattaforma, la catena modellistica utilizzata per simulare scenari di allagamento in tempo reale o su proiezioni climatiche, e i risultati ottenuti in casi studio reali, tra cui l'evento alluvionale che ha colpito l'Emilia-Romagna nel maggio 2023. In tale occasione, SaferPlaces ha elaborato mappe di allagamento in alta risoluzione a partire da dati Sentinel-1 e informazioni pluviometriche, fornendo un supporto operativo alla gestione dell'emergenza e alla valutazione dei danni.

Il contributo discuterà anche i limiti attuali della modellazione (es. utilizzo del modello di infiltrazione Green-Ampt) e le potenzialità di evoluzione della piattaforma, in particolare nell'ambito della simulazione di soluzioni basate sulla natura (es. green roofs) e della valutazione degli impatti del cambiamento climatico su scala urbana.

La presentazione intende infine evidenziare come SaferPlaces possa rappresentare uno strumento concreto per rafforzare la resilienza dei territori, facilitare l'adattamento ai cambiamenti climatici e supportare strategie di prevenzione e risposta in scenari di sicurezza civile sempre più complessi.

Prodotti e servizi innovativi per i rischi legati alla disponibilità delle risorse idriche e siccità (Giorno 2, 28 maggio)

Verso un servizio operativo di mappatura dell'estensione dei corpi idrici da dati ottici e SAR: primi risultati e focus su estate 2024

Luca Pulvirenti ¹

¹ Fondazione CIMA

Il monitoraggio dell'estensione dei corpi idrici è cruciale per la gestione sostenibile delle risorse idriche e per l'adattamento al cambiamento climatico. Dato l'aumento della frequenza di eventi estremi quali ondate di calore e siccità, informazioni accurate e tempestive sulle dinamiche spaziali di laghi, bacini e invasi artificiali sono fondamentali per supportare strategie di gestione, pianificazione territoriale e risposta alle crisi idriche.

In questo contributo presentiamo i primi risultati di un'attività volta allo sviluppo di un servizio operativo per la mappatura automatizzata dell'estensione dei corpi idrici, basato su dati da sensori ottici (Sentinel-2) e SAR. Per i primi è stata sfruttata la proprietà dell'acqua di assorbire la radiazione nelle bande NIR e SWIR. Per il SAR è stata sfruttata la sensibilità alla rugosità della superficie ed in particolare il comportamento speculare dell'acqua calma. L'attività è svolta nell'ambito della convenzione tra Fondazione CIMA e Dipartimento di Protezione Civile.

I risultati preliminari sono stati ottenuti su un insieme di bacini pilota, in particolare su alcuni invasi della regione Sardegna e sui laghi Fanaco (Sicilia) e Camastra (Basilicata). I bacini sardi sono stati analizzati mediante immagini Sentinel-2 e i risultati sono stati confrontati con dati volumetrici forniti dalla Regione, basandosi sulle percentuali rispetto ai rispettivi massimi calcolati in un periodo di riferimento. Per Fanaco e Camastra sono stati confrontati i prodotti derivati da Sentinel-2 e COSMO-SkyMed. Questi ultimi, acquisiti nell'ambito del piano MapItaly, hanno consentito di derivare una climatologia di lungo termine (a partire dal 2010). Inoltre, il dato SAR può garantire la continuità del servizio anche in condizioni di copertura nuvolosa.

È stata inoltre valutata la capacità del sistema di identificare periodi siccitosi, con un focus sull'estate 2024, caratterizzata da anomalie idriche significative nell'Italia Meridionale. I risultati hanno evidenziato il potenziale del sistema come strumento di supporto al monitoraggio operativo.

Osservazione della Terra e rischi naturali ed antropici: scenari per un credibile trasferimento tecnologico

Luigi Perotti¹, Enrico Borgogno Mondino¹

¹ Università degli Studi di Torino - GEO4Agri

I dati di Osservazione della Terra costituiscono oggi uno strumento unico e fondamentale per la caratterizzazione e la comprensione dell'ambiente. Tuttavia, affinché possano esprimere tutto il loro potenziale, è necessario superare alcune criticità. Ad esempio non ci sono abbastanza reti di sensori a terra, fondamentali per calibrare e validare le deduzioni da satellite, soprattutto quelle relative a stime quantitative (es. umidità del suolo, evapotraspirazione, contenuto di azoto delle piante, etc.). Inoltre, non è ancora chiaro quanto valgono i benefici economici e ambientali del telerilevamento (soprattutto in agricoltura) rispetto ai costi associabili a metodi più tradizionali di gestione del territorio. Inoltre esiste una grande questione legata alla certificazione della qualità e affidabilità dei dati, tali da garantire quell'ufficialità utile a renderli uno strumento operativo riconosciuto in grado di supportare tutti i processi, compresi quelli istituzionali di monitoraggio e controllo. È quindi fondamentale definire standard condivisi e linee guida rigorose, su come elaborare e validare le immagini e i servizi derivati. In questo processo, un ruolo non secondario potranno averlo, oltre che gli enti di ricerca, anche le Associazioni scientifiche nazionali di riferimento per il settore, come l'Associazione Italiana di Telerilevamento (AIT) e la Confederazione delle Associazioni Scientifiche per l'Informazione Territoriale e Ambientale (ASITA). Queste difficoltà possono diventare opportunità, ma servono investimenti e maggiore formazione in questo settore. Ciò significa che scuola e università dovranno aggiornare i loro programmi per preparare nuove figure professionali e i gruppi di ricerca attivarsi non solo per fronteggiare le applicazioni, ma anche per qualificare i dati e i servizi che continuamente vengono proposti all'utenza. Il gruppo GEO4Agri Lab dell'Università di Torino, da anni si sta muovendo per proporre approcci procedurali di validazione dei dati/prodotti/servizi OT (soprattutto in ambito agro-forestale) e al contempo di semplificarne l'esposizione all'utenza al fine di supportare un reale trasferimento tecnologico controllato. In questo contributo ne verranno presentati degli esempi.

Leveraging Earth Observation for Accurate Early Forecasting of Irrigation Needs

Giuseppe Satalino¹ (CNR-IREA) e il team di TETI

¹ CNR-IREA, Bari, Italia

Irrigation is essential for global agriculture, supporting 40% of food production on 22% of cultivated land. As climate change intensifies, the demand for irrigation water is expected to rise, especially in vulnerable regions like the Mediterranean basin.

The "EarTH Observation for the Early forecast of Irrigation needS (THETIS)" project, funded by the Italian Space Agency, developed a Spatial Decision Support System (SDSS) to forecast irrigation needs in semi-arid Mediterranean environments. The system integrates a hydrological model (HM)

and a crop growth model (CGM), using Earth Observation (EO) data and artificial intelligence (AI) techniques.

The SDSS provides irrigation forecasts at a basin scale, focusing on early, beginning, and summer stages. It combines soil water balance at basin and district scales, with the HM estimating the initial soil water content and the CGM simulating crop development and forecasting irrigation needs.

The EO-derived information used in THETIS comes from both Synthetic Aperture Radar data (e.g., Sentinel-1, COSMO-SkyMed, SAOCOM) and optical data (e.g., Sentinel-2 and hyperspectral PRISMA). The obtained information includes maps of tilled fields, which, combined with historical land use information based on crop rotation, provide an early estimation of irrigated areas. Maps of surface soil moisture and derived irrigated/non-irrigated fields refine the localization of irrigated areas after sowing, while vegetation index maps are used during the season for identifying sowing dates.

The system has been implemented over the Fortore irrigation district in the Apulian Tavoliere, Foggia, Italy, managed by the Reclamation Consortium of Capitanata, covering an area of 141 km². The SDSS was evaluated on tomato crops for the 2024 season, demonstrating early estimates of water consumption that were comparable to measured values.

The research project “EarTH Observation for the Early forecast of Irrigation needsS (THETIS)” is funded by ASI (Agreement ASI – CNR-IREA n. 2023-52-HH.0) in the framework of “Innovation for Downstream Preparation for Science” (I4DP_SCIENCE) program.

Water management in semiarid regions using remote sensing techniques: The Optimed-Water ERANET-Med project

Emanuele Santi ¹

¹ CNR-IFAC, Florence, Italy

Semi-arid regions are characterized by severe climate with high temperatures, scarce and difficultly predictable rainfalls, and high evaporation: these conditions deeply affect the availability of water for the agricultural practices (Kottek et al., 2006; Sommer et al., 2011).

Recently, the ERANET-MED OptiMed-Water research project aimed at monitoring soil and vegetation water status by using multispectral and microwave satellite data for improving the knowledge of the water cycle in arid and semi-arid regions. Agricultural areas in Egypt and Tunisia, that are characterized by chronic water scarcity, recurrent droughts, and impacts of climate change, were selected and monitored by using satellite data and in-situ information.

Algorithms able to exploit remote sensing techniques for estimating the main parameters of the hydrological cycle have been developed. The analysis of vegetation indices and their anomalies based on multispectral data (MODIS, Sentinel-2) has been followed by an investigation of evapotranspiration processes. In parallel, the soil moisture content (SMC) of the three areas was monitored at high resolution by using C-band SAR data derived from Sentinel-1. The SMC retrieval

was based on the retrieval concept proposed by Santi et al. (2016), which was proven to be capable of estimating SMC in semi-arid environments too (Hachani et al., 2019).

The comparison of SMC retrievals with the evapotranspiration and vegetation indices confirmed an overall agreement, by also pointing out peculiar sensitivities of multispectral and microwave derived parameters that suggested combining them for setting up a combined microwave + optical drought severity index (CDSI – Ramat et al. 2024). CDSI was found able to follow the drought conditions of the three test areas, by also pointing out drought patterns than optical data or microwave SMC alone were not capable to identify.

Applicazioni operative per l'agricoltura

Fabio Volpe ¹

¹ e-GEOS SpA

Le tecniche basate sull'analisi di serie temporali di molteplici indici spettrali derivati da immagini satellitari ottiche sono ben note ed usate per i monitoraggi della vegetazione; specifici indicatori per l'agricoltura di precisione possono essere costruiti con queste metodologie, a supporto di interventi mirati di irrigazione e fertilizzazione, con la stima continua della perdita di raccolto a livello di parcella agricola e con successive valutazioni comparative di produttività sia intra- che inter-campo, per modulare gli interventi e conseguentemente permettere management virtuoso della risorsa idrica.

La perdita di raccolto, misurata tra parcelle dello stesso appezzamento, evidenzia aree anomale o non uniformi, mentre la misura della produttività inter-campo permette di confrontare campi con caratteristiche simili (stessa varietà di coltura e stesso inizio di stagione), al fine di valutare la performance relativa di ciascun campo rispetto al suo gruppo di riferimento. Gli strumenti sviluppati, testati e applicati operativamente, sono basati su metodi statistici e analisi di serie temporali per l'analisi del ciclo fenologico delle diverse colture, per generare mappe di vigore, che mostrano la variazione dello stato della coltura a livello di pixel nel tempo, con l'obiettivo di supportare interventi tempestivi e mirati anche in relazione a specifiche caratteristiche di composizione del suolo ed eventi meteorologici avversi, per misurare rese inferiori alle performance attese per un dato gruppo di colture.

Esempi operativi specifici, nonché adattabilità e scalabilità di questi strumenti vengono riportati nella presentazione proposta.

Monitoraggio delle risorse idriche attraverso immagini dalla stratosfera

Victor Miherea ¹

¹ Stratobotic S.R.L., Torino, Italia

Stratobotic è una startup innovativa di Torino alumna di ESA BIC Turin e Takeoff Accelerator. Dal 2020 realizza progetti e servizi innovativi di monitoraggio del territorio che, unendo immagini satellitari e immagini stratosferiche acquisite tramite una propria piattaforma aerea leggera, permettono di aprire nuove opportunità nel mercato downstream spaziale. Dal 2022 l'azienda si è dedicata al monitoraggio delle risorse idriche, irrigazione e siccità in Piemonte e Valle d'Aosta, collaborando con importanti partner locali, università e aziende, e lavorando per clienti istituzionali o su progetti PNRR ed ESA. Le acquisizioni dati e la loro conseguente analisi riguardano immagini infrarosse, ottiche e multispettrali a seconda degli obiettivi. Due sono state le applicazioni di monitoraggio del territorio di maggior rilievo:

- attività del Consorzio Irriguo Pesio Brobbio localizzato nelle aree agricole del Piemonte meridionale;
- misure di ritiro e ablazione di ghiacciai alpini in Valle d'Aosta per enti regionali;

La presentazione illustrerà le attività svolte dalla azienda e dai suoi partner negli ultimi due anni. I risultati mostrano i vantaggi della correlazione tra immagini satellitari ad elevata copertura con immagini aeree stratosferiche a minore estensione ma maggiore risoluzione spaziale e temporale. In tal modo viene abilitata la identificazione e analisi di fenomeni dinamici che altrimenti non sarebbe possibile cogliere, come ad esempio quelli riguardanti le attività di irrigazione che in contesti complessi deve essere opportunamente pianificata e controllata. In ambito montano invece la misura delle coperture nevose e della evoluzione dei ghiacciai è un importante fattore di incertezza nella pianificazione e monitoraggio delle risorse idriche e che potrà essere analizzato con maggiore frequenza rispetto alla base stagionale applicata tipicamente oggi.

Valutazione del rischio idraulico tramite l'utilizzo di tecnologie di telerilevamento satellitare di nuova generazione: progetto RESCUE_SAT

Elena Volpi ¹, Valerio Gagliardi ¹, Richard Mwangi ^{1,2}, Antonio Napolitano ^{1,2}, Luciano Pavesi ¹, Irene Pomarico ¹, Stefano Cipollini ¹, Luca Bianchini Ciampoli ¹, Fabrizio D'Amico ¹, Deodato Tapete ³, Alessandro Ursi ³, Patrizia Sacco ³, Maria Virelli ³, Andrea Benedetto ¹, Francesco Bella ¹, Antonio Zarlenga ¹, Aldo Fiori ¹

¹ Department of Civil, Computer Science and Aeronautical Technologies Engineering, Roma Tre University, Via Vito Volterra 62, 00146 Rome, Italy

² Department of Civil, Constructional and Environmental Engineering, University La Sapienza, Via Eudossiana 18, 00184, Rome, Italy

³ Italian Space Agency (ASI), Via del Politecnico, 00133 Rome, Italy

Negli ultimi vent'anni, su scala globale, le inondazioni sono state riconosciute come i disastri naturali più frequenti e con il maggiore impatto sulla popolazione (UNDRR, United Nations Office for Disaster Risk Reduction). Di conseguenza, risulta prioritario lo sviluppo di metodi innovativi per la previsione e la modellazione delle piene, al fine di garantire una pianificazione preventiva di interventi di mitigazione del rischio (es. opere di difesa idraulica, polizze assicurative).

Nei modelli attualmente disponibili, un risultato più dettagliato richiede una maggiore quantità di dati in input e comporta un elevato onere computazionale. I modelli basati su approccio geomorfologico, come RESCUE, che fanno uso principalmente di modelli digitali del terreno (DTM), rappresentano un buon compromesso, offrendo una soluzione speditiva ed efficiente per la mappatura delle inondazioni su larga scala. Tuttavia, la qualità dei risultati risente della risoluzione limitata dei DTM, soprattutto in aree critiche come gli alvei fluviali, le zone costiere e i contesti urbani.

In questo contesto, all'interno del programma "Innovation for Downstream Preparation for Science" (I4DP_SCIENCE), nasce il progetto RESCUE_SAT (Accordo ASI - Uni Roma Tre n. 2025-2-HB.0), con l'obiettivo di migliorare le prestazioni del modello d'inondazione RESCUE tramite l'integrazione di DEM a risoluzione variabile derivati da immagini satellitari ad alta risoluzione. I dati satellitari offrono anche numerosi vantaggi per una classificazione di dettaglio dell'uso del suolo e consentono una stima più precisa delle inondazioni alle intersezioni dei corsi d'acqua con strutture ed infrastrutture tipiche.

La sfida di RESCUE_SAT è dunque fornire uno strumento di modellazione delle inondazioni che, grazie all'integrazione dei dati satellitari e di una modellazione idrologico-idraulica fisicamente basata, offra una rappresentazione più affidabile e dettagliata dei fenomeni alluvionali, supportando efficacemente la gestione del rischio.

Prodotti innovativi per la gestione del rischio inondazioni

Cecilia Sciarretta ¹

¹ e-GEOS SpA

Alcune caratteristiche tecnologiche dei dati satellitari rappresentano sfide per la delineazione rapida delle inondazioni nelle aree urbane:

- I sensori ottici sono ostacolati dalla copertura nuvolosa durante gli eventi piovosi, rendendo problematica l'acquisizione tempestiva delle immagini.
- I sensori SAR possono funzionare attraverso le nuvole, ma non sono in grado di rilevare le inondazioni nelle aree urbane.
- Le mappe del rischio di inondazione sono utili per la pianificazione e la risposta alle emergenze, ma solitamente non hanno la risoluzione necessaria per una mappatura accurata e non sono disponibili nei paesi meno sviluppati/aree remote.

e-GEOS ha sviluppato, partendo dal progetto Horizon Europe "CENTAUR" (Copernicus ENhanced Tools for Anticipative response to climate change in the emergency and secURity domain), alcune soluzioni tecnologiche che integrano modelli fisici e dati SAR per ottenere in modo ottimale indicatori per:

1. la generazione di mappe di alluvioni urbane ad alta risoluzione, per diversi periodi di ritorno, che dettagliano sia l'estensione che la profondità delle alluvioni, essenziali per la proiezione di scenari di alluvione futuri basati su diversi periodi di ritorno.

2. la delimitazione avanzata delle aree soggette a inondazione, con valutazione dei danni nelle aree urbane

Le soluzioni tecnologiche, oggetto della presentazione, permettono di delimitare in modo più rapido e affidabile l'estensione delle inondazioni, integrando modelli geomorfologici e dati SAR, superando i limiti di questi ultimi nel rilevamento delle inondazioni nelle aree urbane, mentre la mappatura predittiva ad alta risoluzione, consente a pianificatori e decisori di valutare l'impatto delle inondazioni per diversi periodi di ritorno e quindi di progettare strategie di mitigazione del rischio più efficaci.

L'approccio combinato, che sfrutta dati satellitari, modelli e fonti di dati innovative (inclusi i social media e i media tradizionali), offre un quadro solido sia per la risposta alle emergenze che per la pianificazione urbana a lungo termine.

Advanced Flood Modelling for Insurance

Simonetta Bodojra ¹

¹Data Reply IT

Advanced Flood Modelling for Insurance is a project co-funded by the European Space Agency (ESA) under the Business Applications programme developed with a large insurance company. It aims to support the insurance sector in managing flood risk by integrating satellite and geospatial data with technologies such as predictive physical models, machine learning, deep learning, and generative AI.

The developed system adopts a modular architecture capable of producing transparent and interpretable risk assessments. The territory is divided into homogeneous areas (Voronoi cells), classified to allow comparability. This enables insurance companies to identify critical areas, optimize coverage strategies, and compare complex territorial scenarios.

At the core of the system lies a flood risk index, structured into three fundamental modules:

Hazard: assesses the probability of flood events by integrating satellite and meteorological data with hydrological and hydraulic physical models.

Exposure: estimates the economic value of assets within each area using cadastral and geospatial data, including dynamic updates of market values.

Vulnerability: evaluates the susceptibility of assets to damage from extreme events using vulnerability curves and predictive models trained on historical and insurance data.

The innovative component of the project lies not only in the robustness of the risk index but also in its full explainability: through the use of generative AI techniques, the system can produce natural

language descriptions that make the results understandable even to non-expert users. This approach turns the solution into an accessible and practical interface to support operational decision-making in the context of risk management and climate change adaptation.

ECOTRACK: ottimizzazione della gestione delle risorse idriche fluviali e di bacini mediante processing di immagini satellitari

Saverio Tubito ¹

¹ SPAZIOFUTURO S.r.l

Il progetto ECOTRACK si propone di sviluppare un sistema innovativo per il monitoraggio delle portate fluviali nei corsi d'acqua di media e piccola dimensione, sfruttando tecnologie di intelligenza artificiale applicate a dati satellitari multisorgente. ECOTRACK è stato selezionato e finanziato da ASI con il bando "Progetti dimostrativi per servizi ed applicazioni integrate", le attività progettuali sono iniziate nel Novembre 2024 ed il prossimo 29 Maggio ci svolgerà la seconda milestone (Preliminary Design Review). In particolare, attraverso l'integrazione di immagini provenienti dalla costellazione europea Copernicus (Sentinel-2) e dai satelliti ad alta risoluzione PLANET e della costellazione IRIDE, ECOTRACK consente una stima continua, precisa e non invasiva delle variazioni di portata fluviale. Il sistema è progettato per supportare il monitoraggio idrologico in contesti di gestione del rischio idraulico (ad esempio in caso di alluvioni) e per ottimizzare l'uso sostenibile delle risorse idriche. L'uso combinato di dati ottici e modelli AI avanzati permette di superare i limiti dei metodi tradizionali di misura, garantendo un'osservazione efficiente e capillare del territorio, con un focus particolare sulle aree a elevata vulnerabilità climatica e idrogeologica. Il progetto ECOTRACK ha come riferimento di sperimentazione fiumi di media grandezza come Velino, Liri, Sele; su questi corsi d'acqua gli algoritmi di IA vengono costantemente validati mediante le misurazioni in-situ utilizzando sia le stazioni di misura idrica della Protezione Civile del Lazio, sia strumentazione mobile di misura specificatamente dedicata.

Monitoraggio del rischio ambientale di origine antropica: prospettive per IRIDE

L. Cicala ¹, D. Amitrano ¹, C.V. Angelino ¹, S. Parrilli ¹, F. Gargiulo ¹, M. De Mizio v, G. Persechino¹

¹ Centro Italiano Ricerche Aerospaziali (CIRA)

Il programma IRIDE, sviluppato in Italia, abiliterà nuovi servizi di osservazione della Terra con una risoluzione spaziale superiore rispetto alle attuali missioni di servizio pubblico. Alcuni di questi servizi potranno essere messi a disposizione delle istituzioni per un monitoraggio ambientale più efficace e per una valutazione costantemente aggiornata del rischio ambientale di origine antropica.

Affinché i sistemi di monitoraggio siano realmente efficaci, è fondamentale sviluppare protocolli applicativi che da un lato permettano un elevato livello di automazione nel processamento dei dati, anche grazie alle emergenti tecnologie di intelligenza artificiale, e dall'altro siano in grado di gestire

l'accuratezza limitata degli algoritmi di image understanding, integrandoli con rilievi di terra più accurati. Attraverso approcci di data fusion, è possibile coniugare la maggiore disponibilità e copertura spaziale delle osservazioni satellitari con la maggiore affidabilità e dettaglio delle informazioni raccolte sul campo, generalmente puntuali e discontinui nel tempo.

Nel corso dell'intervento saranno presentate due applicazioni emblematiche per la generazione di mappe di rischio ambientale, ciascuna indirizzata a differenti end user: il monitoraggio degli sversamenti in acque superficiali e l'individuazione di microdiscariche illegali. Verrà mostrato come sia possibile dimensionare e sviluppare sistemi di supporto alle decisioni che integrino in modo sinergico le diverse fonti dati disponibili, consentendo un miglioramento dell'efficacia del monitoraggio terrestre grazie all'analisi del dato satellitare.

Gli approcci proposti permettono di quantificare il valore aggiunto apportato dall'impiego del dato satellitare nella fase di progettazione di un sistema integrato di monitoraggio del territorio, evidenziando i benefici in termini di aggiornamento, consapevolezza e tempestività delle azioni di mitigazione del rischio antropico.

Monitoraggio dei versamenti di inquinanti in laghi, fiumi, mare ed acque reflue

Carmine Grelle ¹

¹ Industria / SHIELD REPLY

Il dato satellitare permette di rilevare la presenza di scarichi di inquinanti negli invasi e nei corsi dei fiumi, nonché lungo le coste. L'approccio proposto, non è solo il rilevare la presenza degli inquinati direttamente da analisi chimiche da contatto/campo, ma piuttosto desumerlo dalla presenza degli effetti sull'ambiente come ad esempio lo sviluppo anomalo di alghe o l'innalzamento della temperatura rilevabili da assetti d'osservazione spaziale della Terra.

Tecniche di Analisi:

L'analisi è particolarmente efficace per gli eventi che perdurano nel tempo, rilevati da serie storiche di dati attraverso tecniche di "change detection" o di analisi di "pattern recognition". Utilizzando bande spettrali è possibile monitorare presenza alghe, calcolo Indice di Contenuto di Clorofilla per rilevare la crescita eccessiva di alghe, indicativa di eutrofizzazione causata da sversamenti. I dati SAR, invece, consentono di rilevare pellicole superficiali inquinanti (petroli ed oli) anche estendendo il rilevamento da anomalie radar e da contatto/campo di parametri chimici (pH, COD, BOD, nutrienti, metalli pesanti), microbiologici, sostanze d'abuso/stupefacenti.

Missioni e tipologie dati:

1. Sentinel-2: multispettrale 10/60m, rilevamento alghe e sversamenti superficiali idrici;
2. Sentinel-3: termica 300m, cambiamenti temperatura superficiale sversamenti industriali;
3. Landsat: multispettrale e termica 30/100m, cambiamenti vegetazione;
4. Dati CSG e COSMO-SkyMed: analisi oil spill detection.

Conclusioni

La proposta è relativa alla realizzare di algoritmi di analisi basati su intelligenza artificiale e sistemi GIS, sia automatici che supervisionati, di fusione dei layer informativi dell'Osservazione Strategica della Terra con Assetti Satellitari, Tattici con Droni Multisensorizzati ed Operativi con Dati delle Autorità di ARPA/Bacino Regionali, come in corso di realizzazione da parte di SHIELD REPLY per l'attuazione dei piani regionali di tutela ambiente e sicurezza sanitaria abilitati da accordi ASI-Regioni, come quello sottoscritto a luglio scorso dall'ASI con la Regione Calabria.