

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

WORKSHOP ASI

**TECNOLOGIE SATELLITARI E ANALISI MULTI-RISCHIO:
L'ESPERIENZA DEI PROGETTI I4DP_SCIENCE E PROSPETTIVE FUTURE**

Cristiano Lanni - Direzione Technology Innovation & Digital Spoke, ANAS S.p.A.

Silvia Autuori - Direzione Operativa, ANAS S.p.A.

Massimo Gargano - Direzione Tecnica, ANAS S.p.A.

Gabriele Giovannini - Direzione Tecnica, ANAS S.p.A.

Angelo Stillavato - Struttura Territoriale Calabria – A2, ANAS S.p.A.



27 Maggio 2025

Sommario

- ANAS e Il contesto operativo
- Il valore strategico delle tecnologie EO per ANAS
- Applicazione operative delle Tecnologie EO
 - Caso studio: Monitoraggio integrato InSAR/in-situ per la gestione della frana di Nocera Terinese (A2)
 - Sistema ibrido integrato EO/In-situ per scopi di Emergency
- Il Ruolo di ANAS nel programma IRIDE e attività sperimentali EO
- Prospettive future: Verso l'integrazione completa dei dati EO nei sistemi operativi ANAS

Anas e il contesto operativo

ANAS S.p.A. (Azienda Nazionale Autonoma delle Strade) è una società del Gruppo **FS Italiane**, responsabile della **gestione, manutenzione e sviluppo** della rete stradale e autostradale di interesse nazionale.

- > 32'000 km di strade
- 18'720 ponti e viadotti
- 2'157 gallerie



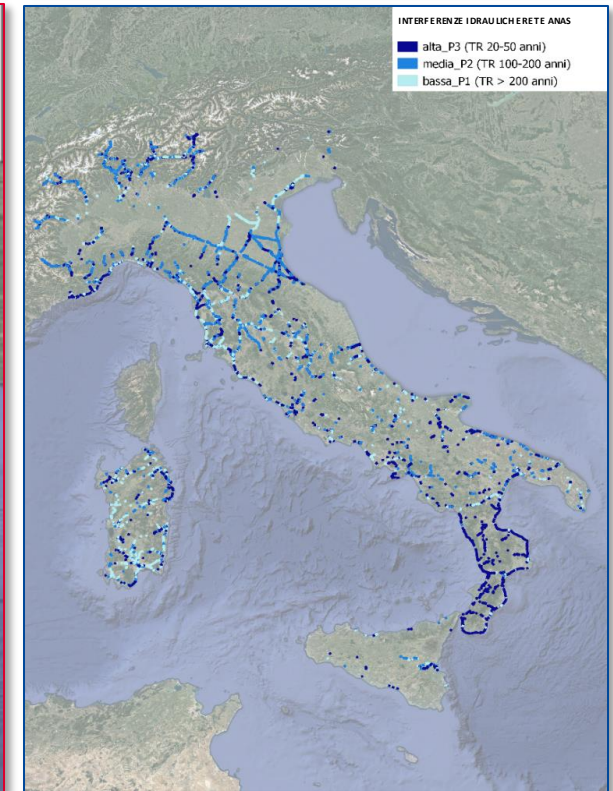
Estendendosi su tutto il territorio nazionale, la rete ANAS attraversa aree vulnerabili a molteplici rischi naturali — tra cui frane, alluvioni, terremoti e incendi boschivi — rendendo necessaria un'attività continua di monitoraggio e gestione del rischio

TRATTE RETE STRADALE ANAS RICADENTI IN AREE A
VARIA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA



5.191 km
DI INFRASTRUTTURA STRADALE
INTERESSATI DA FRANE

TRATTE RETE STRADALE ANAS RICADENTI IN AREE
A VARIA PERICOLOSITÀ IDRAULICA



6.491 km
DI INFRASTRUTTURA STRADALE
INTERESSATI DA EVENTI ALLUVIONALI

Il valore strategico delle tecnologie EO per ANAS

- **Visione sinottica su larga scala**
Copertura di vaste aree per identificazione del perimetro e dell'estensione di aree in deformazione
- **Analisi storiche e studio dei trend deformativi**
Ricostruzione dell'evoluzione dei fenomeni nel tempo (cinematica, accelerazioni, ecc.) delle deformazioni del terreno e delle infrastrutture
- **Monitoraggio di lungo periodo**
Aggiornamenti regolari e costanti nel tempo
- **Verifica e integrazione delle mappe tematiche esistenti**
Confronto con cartografie ufficiali (es. IFFI, PAI) per confermare fenomeni franosi noti e individuare movimenti non censiti
- **Supporto nell'interpretazione dei fenomeni**
Attraverso confronti e analisi combinate con misure in-situ e conoscenza del territorio
- **Analisi quali-quantitative dell'uso del suolo e della morfologia**
Variazioni di medio-lungo periodo: antropizzazione, vegetazione, uso del suolo, dinamiche fluviali, ecc.



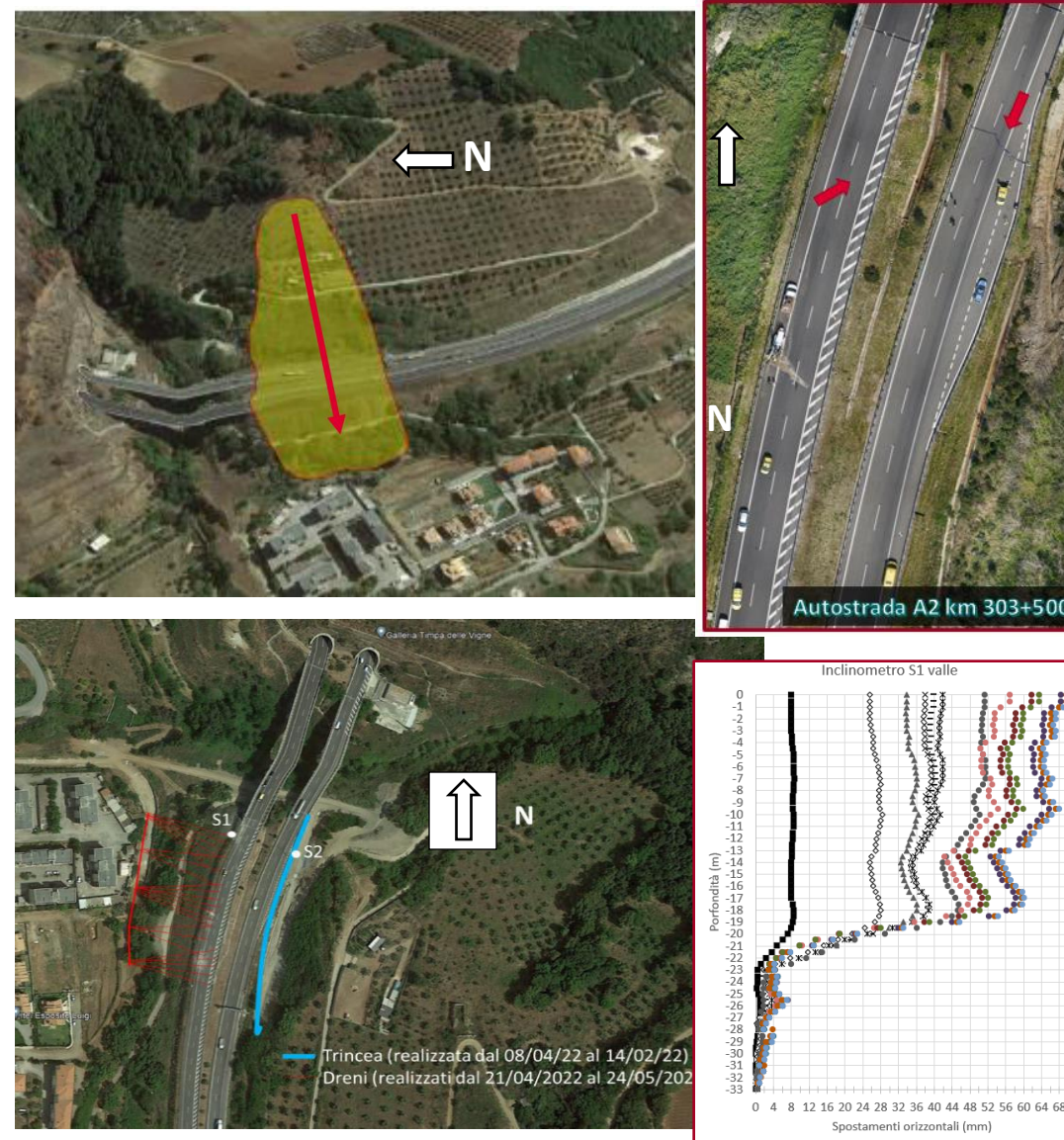
Applicazione delle Tecnologie EO - 1

Il caso della A2 nel Comune di Nocera Terinese (CZ)

LA FRANA DEL 2022 AL KM 303+500

Nel marzo 2022, una frana ha interessato direttamente la sede dell'Autostrada A2, imponendo interventi urgenti e un monitoraggio costante per garantire la sicurezza della circolazione.

- **21/03/2022** – Innesco movimento di versante con coinvolgimento della A2
- **21/03/2022** – Chiusura immediata di entrambe le carreggiate (Nord e Sud)
- **21–23/03/2022** – Analisi delle cause, e caratterizzazione del fenomeno (estensione, cinematismo, ecc.)
- **24/03/2022** – Avvio monitoraggio h24 con: Laser scanner, Rilievi topografici, Piezometri, Inclinatori (S1 e S2)
- **24/03/2022** – Riapertura carreggiata nord (assenza di spostamenti)
- **04/2022** – Avvio lavori. Interventi realizzati: dreni, paratie, trincee drenanti

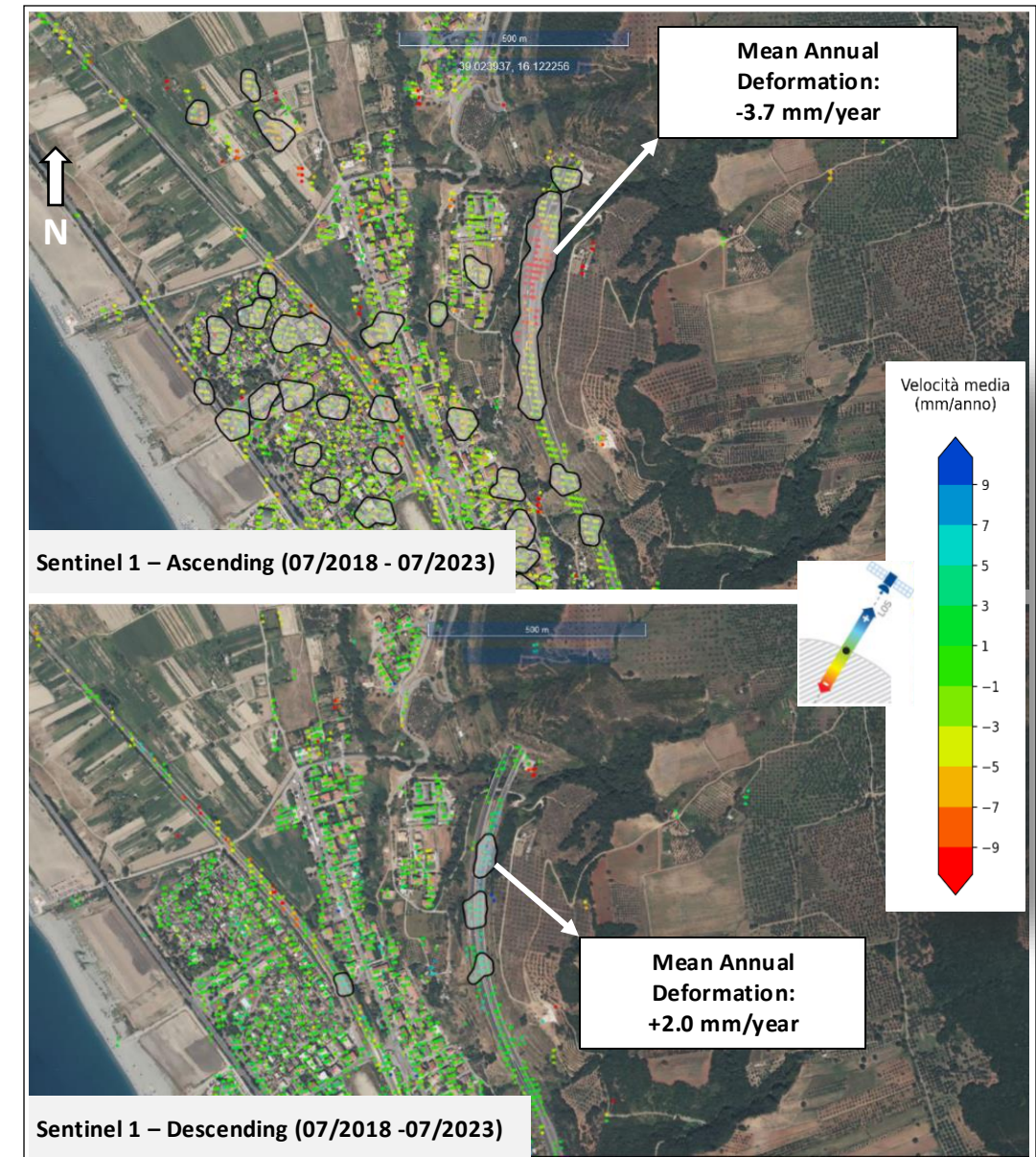
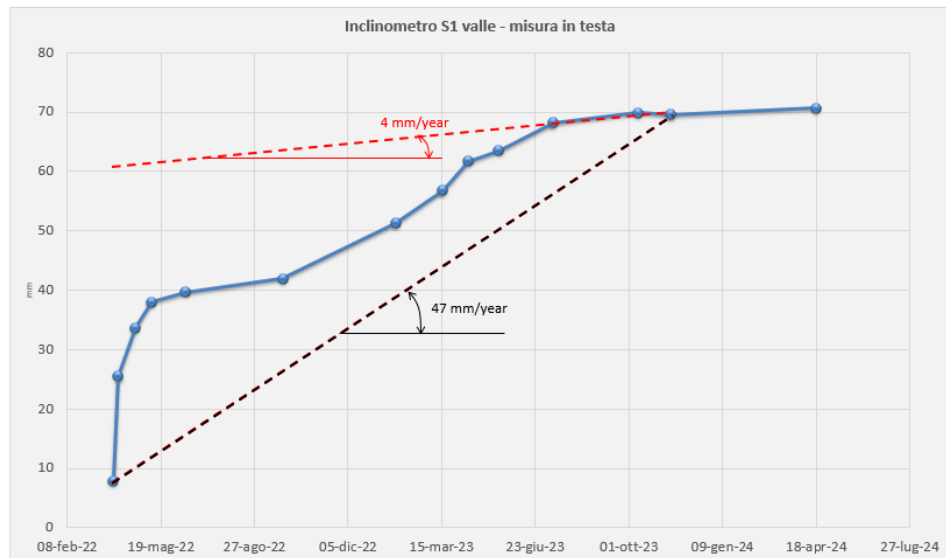


Applicazione delle Tecnologie EO - 1

Il caso della A2 nel Comune di Nocera Terinese (CZ)

INTERPRETAZIONE DATI IN SAR E CONFRONTO CON DATI IN-SITU

- Sentinel 1 (Banda C) e Cosmo-SkyMed (Banda X):**
 - orbita ascendente* → allontanamento rispetto alla LOS
 - orbita discendente* → avvicinamento rispetto alla LOS
 - Interpretazione: deformazione compatibile con movimento rotazionale retrogrado del versante
- SAOCOM (Banda L):** Maggiore capacità di penetrazione vegetazione → informazioni anche nelle aree del versante
- Confronto con misure in-situ**
 - Inclinometro: 47 mm/anno
 - InSAR: ~ 3-4 mm/anno (limiti dovuti ad ambiguità di fase)
 - Le due misure **non sono direttamente confrontabili**, ma **complementari** per caratterizzare il fenomeno deformativo



Applicazione delle Tecnologie EO - 2

Sistema ibrido integrato EO/In-situ per scopi di Emergency

Obiettivo: sviluppare una procedura integrata che combini monitoraggio in-situ (sorveglianza, sopralluoghi, reti di sensori) e osservazioni satellitari (EO) per una valutazione rapida e coordinata dello stato della rete stradale in caso di emergenze idrogeologiche

Use Case: Alluvione Emilia Romagna (2023 e 2024)

Metodologia:

- Rilievi, misure ed evidenze a terra
- Analisi dati EO (Sentinel 1 e 2, Cosmo-SkyMed, PlanetScope)

Finalità:

fornire informazioni tempestive e affidabili per:

- supportare le operazioni di soccorso
- pianificare la riapertura delle strade e gli interventi
- ottimizzare l'allocazione delle risorse e la valutazione dei danni



CT 1.5 – Gestione delle Catastrofi
Coordinatore: Prof. Piero Boccardo POLITO



Il Ruolo di ANAS nel progetto IRIDE

Pilot User in 'IRIDE Service Segment'



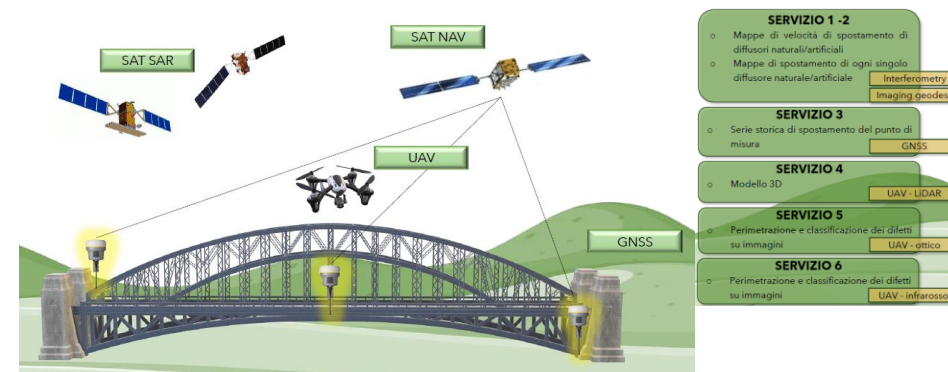
- Collaborazione nella definizione dei requisiti funzionali nei domini *Ground Motion* ed *Emergency*
- Contributo alla definizione dei prodotti e *KPIs* per il contesto di infrastrutture critiche a sviluppo lineare
- Definizione di casi d'uso specifici per il dominio *Ground Motion* orientati alla validazione dei prodotti downstream
- Testing operativo della piattaforma *Living Lab*
- Fornitura strutturata di feedback tecnici e osservazioni per il miglioramento dei servizi e della piattaforma

LISTA DEI PRINCIPALI REQUIREMENTS		
Sensore	Titolo	Descrizione
SAR	Componente N-S	Discriminazione della componente di movimento lungo la direzione Nord-Sud per la ricostruzione del vettore 3D degli spostamenti.
SAR/Ottico	Risoluzione spaziale	Miglioramento della risoluzione spaziale delle immagini per una maggiore precisione nell'identificazione dei fenomeni.
SAR	Copertura in aree boscate/vegetate	Rilevamento di PS anche in aree vegetate grazie all'uso di bande radar penetranti (es. banda L e P).
SAR	Monitoraggio movimenti più rapidi	Rilevamento di movimenti più veloci mediante tempi di rivisita più brevi e lunghezze d'onda adeguate.
SAR	Discriminazione PS naturali/artificiali	Distinzione tra PS relativi a infrastrutture e quelli appartenenti al contesto naturale.
SAR	Coerenza delle misure	Rilevamento di anomalie attraverso la valutazione del degrado della coerenza interferometrica.
SAR	Correlazione con cause esterne	Analisi integrata con variabili causali (precipitazioni, oscillazione della falda, sisma, attività antropiche) tramite co-analisi con dati in-situ.
Ottico	Tempi di rivisita	Riduzione dei tempi di rivisita rispetto alle tecnologie attualmente disponibili.
SAR/Ottico	Riduzione latenza post-elaborazione	Minore tempo necessario per la disponibilità del dato post-elaborato, utile soprattutto in scenari di emergenza.
SAR	Data fusion tra costellazioni	Integrazione di dati provenienti da diverse costellazioni (es. Sentinel-1, COSMO-SkyMed, SAOCOM, NIMBUS, ecc.).

Altre Attività Sperimentali EO

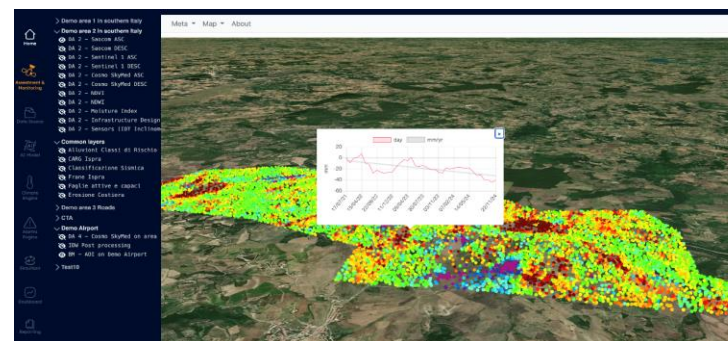
Safe Bridge (ASI - I4DP_MARKET 'Innovation for Downstream Preparation for Market')

- Safe Bridge è un progetto finanziato da ASI e sviluppato da un partenariato composto da Società private e Università altamente specializzate nell'utilizzo di tecnologie e strumenti di rilevamento (GNSS, UAV, remote sensing satellitare). Il progetto ha l'obiettivo di integrare diverse soluzioni tecnologiche per le attività ispettive e di monitoraggio di ponti e viadotti
- ANAS contribuisce al progetto in qualità di Pilot User. La sensoristica ed i servizi di Safe Bridge sono stati installati, testati e validati su n°3 viadotti gestiti da ANAS:
 - Viadotto Torbido (Autostrada A2 del Mediterraneo)
 - Viadotto Neto (SS 106 Jonica)
 - Viadotto Villano I (SS 640 dir)



Proof of Concepts

- Testare e customizzare una piattaforma user friendly per l'accesso, la richiesta e l'elaborazione di dati EO provenienti da più fonti (es. Copernicus/Sentinel, COSMO-SkyMed, SAOCOM, Landsat, ecc.)
- consentire la visualizzazione e l'analisi integrata di dati eterogenei: EO, misure in situ, dati cartografici e altre informazioni territoriali



TITAN4



Gisky

Prospettive future

Verso l'integrazione completa dei dati EO nei sistemi operativi ANAS

- **Integrazione di dati multi-sensore**
Fusione di informazioni provenienti da dati satellitari, misure in-situ e cartografia tematica per analisi integrate e olistiche
- **Automazione dei processi di analisi**
Sviluppo di workflow e procedure codificate per il reperimento e l'analisi di dati EO per la definizione di azioni e procedure da integrare nei protocolli operativi
- **Sistema di allerta e supporto decisionale**
Implementazione di sistemi di early warning, emergency e recovery basati anche su dati satellitari
- **Accessibilità e fruizione semplificata**
Creazione di piattaforme user-friendly per l'accesso integrato a dati EO e prodotti derivati da parte di operatori e tecnici ANAS
- **Monitoraggio continuo e aggiornamenti regolari**
Aggiornamento costante dei dati e delle analisi per mantenere un controllo in tempo reale sullo stato della rete stradale
- **Collaborazione e interoperabilità**
Sinergie con enti pubblici, università e centri di ricerca per sviluppare soluzioni innovative e condividere dati, esperienze e conoscenze



Grazie per l'attenzione

Cristiano Lanni

c.lanni@stradeanas.it

Silvia Autuori

s.autuori@stradeanas.it

Massimo Gargano

ma.gargano@stradeanas.it

Gabriele Giovannini

g.giovannini@stradeanas.it

Angelo Stillavato

a.stillavato@stradeanas.it