

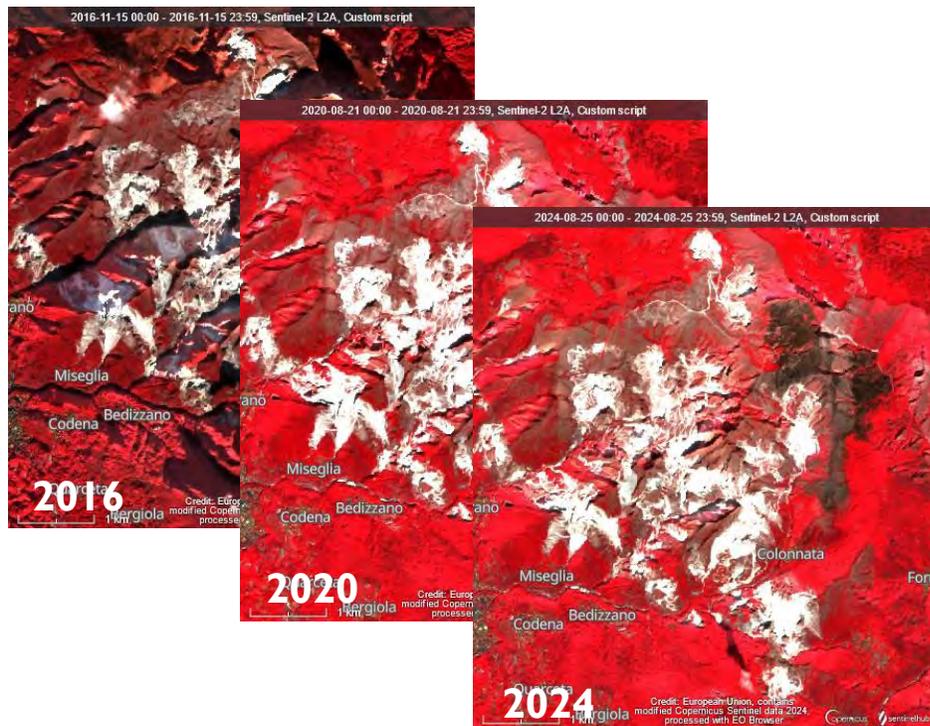


USO INTEGRATO DI DATI COPERNICUS E DA DRONE PER IL MONITORAGGIO DELLE CAVE

Ing. Cinzia Licciardello
Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale
della Toscana (ARPAT)

REGIONAL USER UPTAKE (MERCOLEDI' 25 SETTEMBRE 2024) - EARTH TECHNOLOGY EXPO

AGENDA



- Ciclo di vita delle attività estrattive: ruolo di ARPAT e attività di competenza
- Criticità ambientali nella attività estrattive e tecniche di monitoraggio
- Integrazione di riprese satellitari e dati in situ (UAS)
- Prospettive future

IL RUOLO DELL'AGENZIA

Ciclo di vita (fasi)	Attività istituzionali	Strutture coinvolte
Autorizzazione all'esercizio	Supporto tecnico alle strutture regionali titolari delle attività amministrative	Dipartimenti provinciali Supporto tecnico delle attività VIA/VAS Sistema Informativo
Coltivazione Ripristino post esercizio	Monitoraggio dello stato dell'ambiente e controlli di competenza 	Dipartimenti provinciali (+) Supporto tecnico delle attività (+) Sistema informativo

(I) AUTORIZZAZIONE ALL'ESERCIZIO

Attività specifiche	Strumenti	Prodotti
Contributo ai quadri conoscitivi (stato dell'ambiente)	Reti di monitoraggio Modellistica ambientale Analisi delle criticità ambientali	Parametri misurati (criticità locali) Indicatori ambientali (pianificazione territoriale)
Raccomandazioni	Scenari di rischio Studio degli impatti potenziali 	Contributi tecnici

(II) COLTIVAZIONE E RIPRISTINO

Attività specifiche	Strumenti	Prodotti
Verifica del rispetto di norme e prescrizioni	Controlli in situ	Rapporti di ispezione Attività di PG (CNR, Prescrizioni)
Studio degli impatti potenziali	Modellistica ambientale	Scenari di rischio
Monitoraggio dello stato dell'ambiente	Analisi delle criticità ambientali Scenari di rischio Reti di monitoraggio Remote sensing 	Parametri misurati (criticità locali) Indicatori ambientali (pianificazione territoriale)

CRITICITÀ AMBIENTALI

Tutela della qualità delle acque

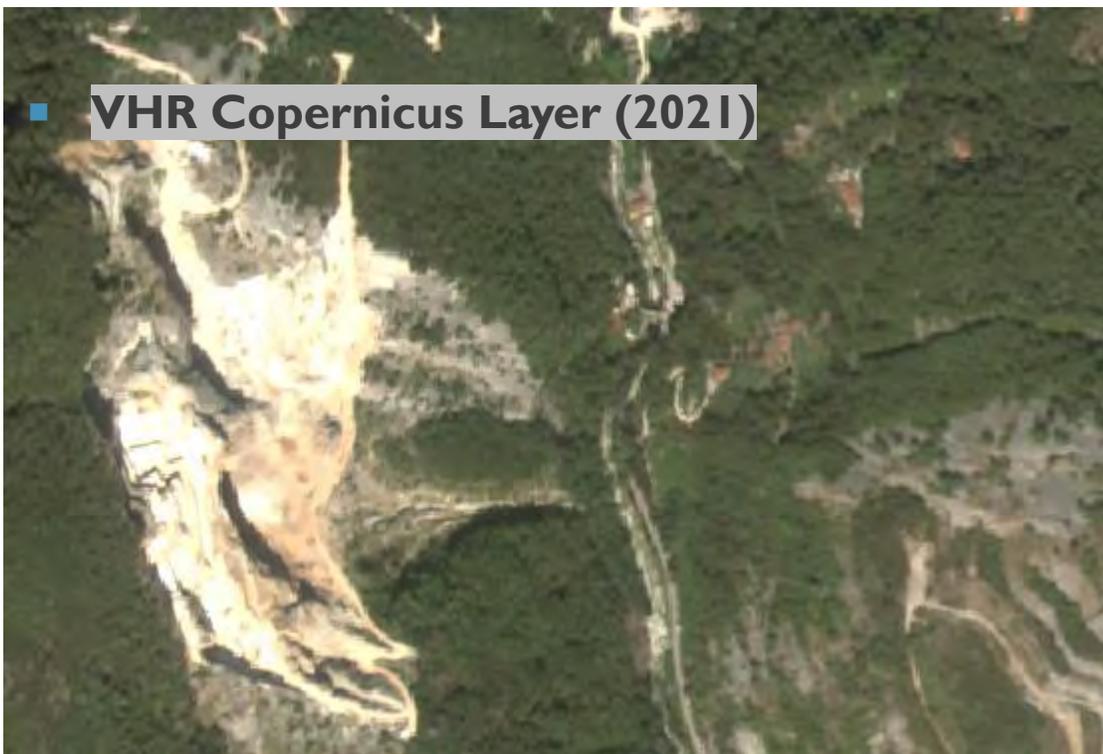
Gestione sostenibile delle attività

Gestione sostenibile di rifiuti e sottoprodotti



UTILIZZO INTEGRATO RIPRESE UAS/SATELLITARI - PRECISIONE

■ VHR Copernicus Layer (2021)



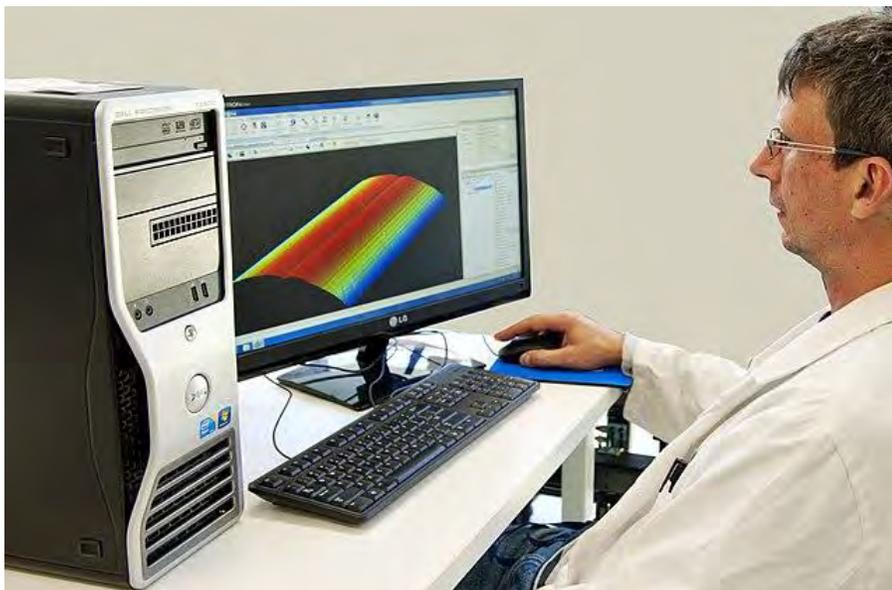
■ Rilievo UAS



Monitoraggio vs controllo

UTILIZZO INTEGRATO RIPRESE UAS/SATELLITARI - DOTAZIONI

■ Sentinel-2



■ Rilievo UAS



Investimenti e formazione

SERVIZI COPERNICUS SENTINEL-2

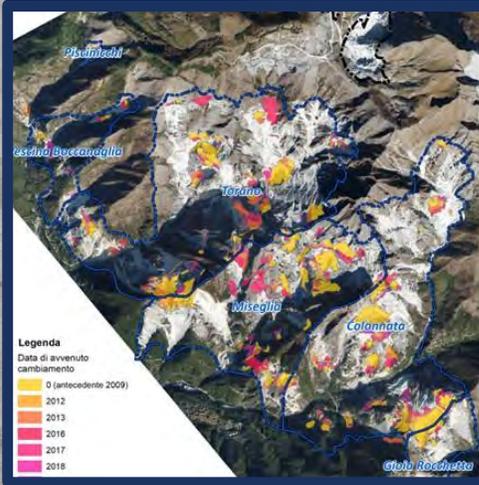


- Risoluzione massima (GSD): 10m (bande RGBA)
- Riprese a cadenza di 5 giorni
- Dati scaricabili e servizi di accesso (INSPIRE/API)
- **Utilizzo raccomandato:** area vasta (comprensorio, comune) per monitoraggi periodici (consumo di suolo)
- **Prospettive future:** incremento risoluzione con nuove piattaforme e/o tecniche di AI (*super resolution* e classificazione/identificazione di oggetti)

SISTEMI UAS (DATI *IN SITU*)



- Risoluzione massima (GSD): 2-5cm (bande RGBA)
- Riprese su richiesta
- Elevate quantità di dati e necessità di elaborazioni complesse (fotogrammetria)
- **Utilizzo raccomandato:** singola cava, per attività di controllo (ispezioni sui cantieri, verifica dei piani di gestione di terre e rocce di scavo, stati di avanzamento dei piani di ripristino) e monitoraggio di tratti di alvei fluviali (presenza di fanghi di segazione)
- **Prospettive future:** incremento dell'utilizzo della piattaforma 3D Data di Regione Toscana (fotogrammetria e GeoAI)



Consumo di suolo



Gestione dei fanghi di
segazione

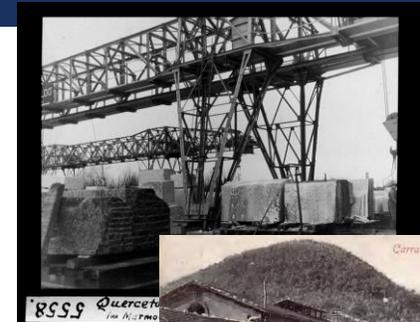


Gestione di sottoprodotti e
depositi 'storici' di materiale

CASO DI STUDIO – COMPRESORIO APUO-VERSILIESE

UNA STORIA MILLENARIA

Età del ferro Epoca romana Rinascimento XVI Secolo	<i>Estrazione manuale (esplosivi dal XVI secolo)</i> 
Era industriale (1830-1850)	1839-1848: +50% 1849-1858: +500%
Elettrificazione e motori (1900-1914)	Esportazioni: 300.000 T/anno 65% blocchi / 35% lastre e prodotto finito
Post-WWII	460.000 T/anno (30% esportate)
1977-1983	1977: 650.000 T/anno 1983: 900.000 T/anno



Era industriale

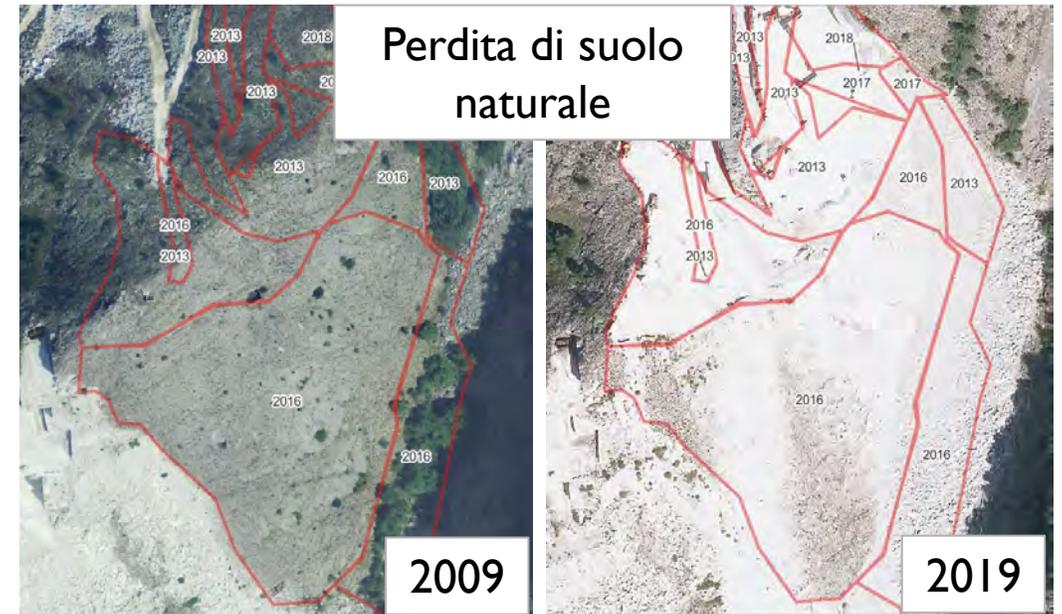


Anni 70

I - MONITORAGGIO DEL CONSUMO DI SUOLO

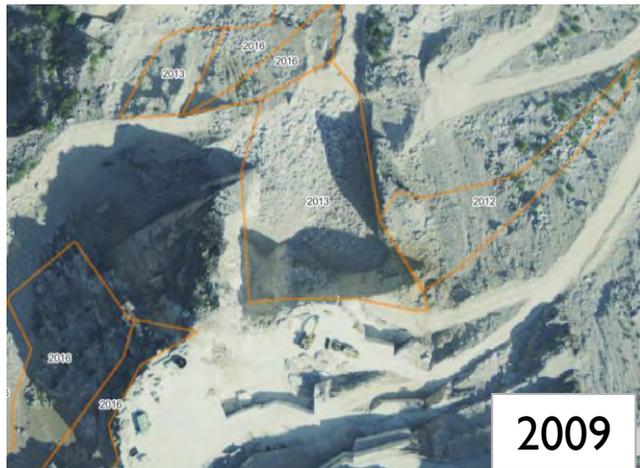
Trasformazioni

- Perdita di suolo naturale
- Rinaturalizzazione di cantieri Chiusi
- Nuovi depositi abusivi



Ortoimmagini a 20cm e 50cm di proprietà di Regione Toscana – Settore Sistema Informativo e Pianificazione del Territorio

MONITORAGGIO DELLE VARIAZIONI DI COPERTURA DEL SUOLO



2009



2013



2019



2016

Trasformazioni

- Rimozione di depositi storici ('ravaneti')
- Riapertura di cantieri Chiusi
- Ripristino (riempimento con materiale di deposito)



2009



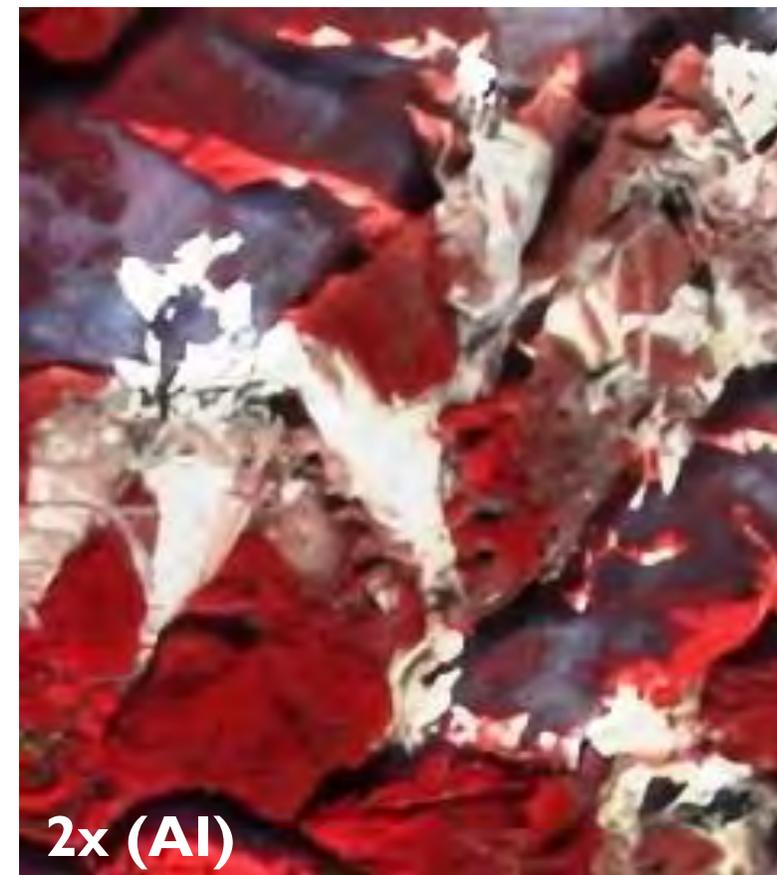
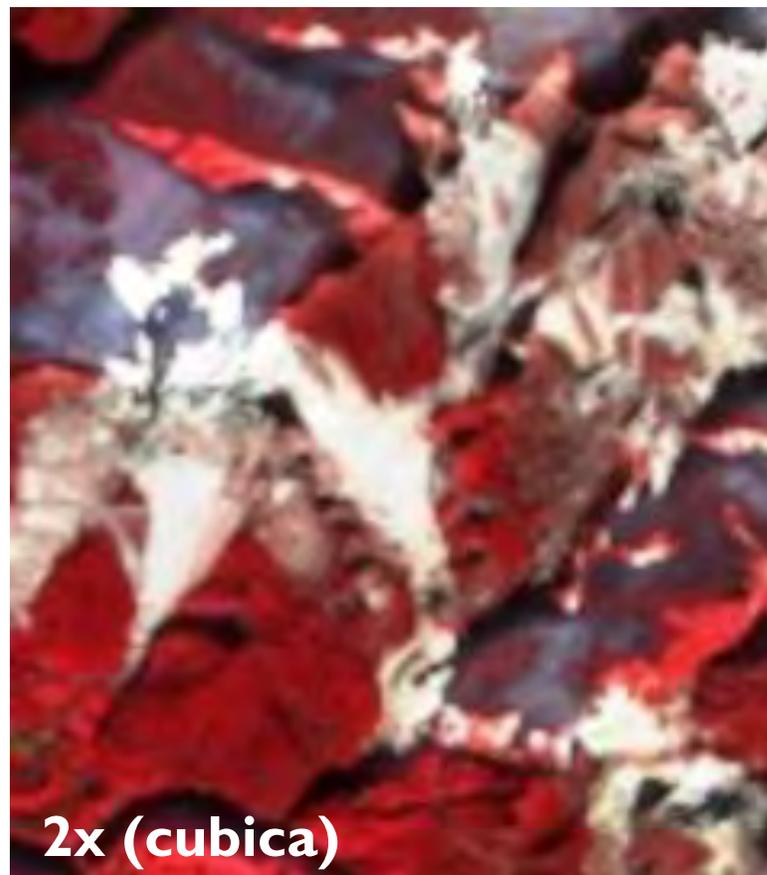
2019

MONITORAGGIO DEL CONSUMO DI SUOLO – SENTINEL-2 (NDVI)

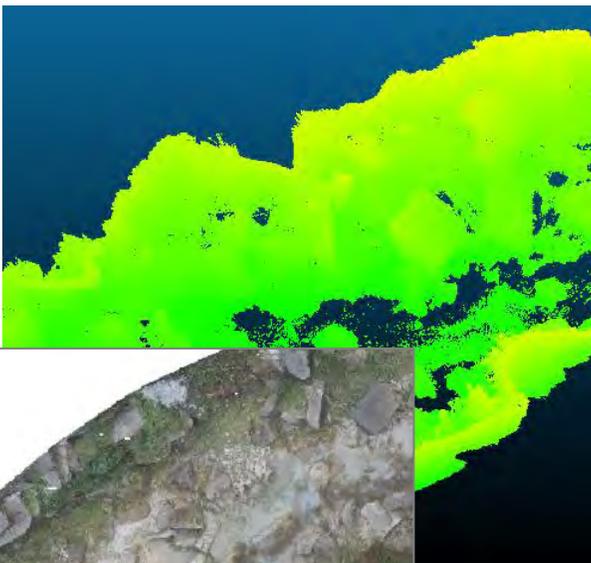


Monitoraggio di area vasta di lungo periodo

SENTINEL-2 – SUPER RESOLUTION (FCC RGB+IR)



2 - GESTIONE DEI FANGHI DI SEGAGIONE E TUTELA DELLA RISORSA IDRICA

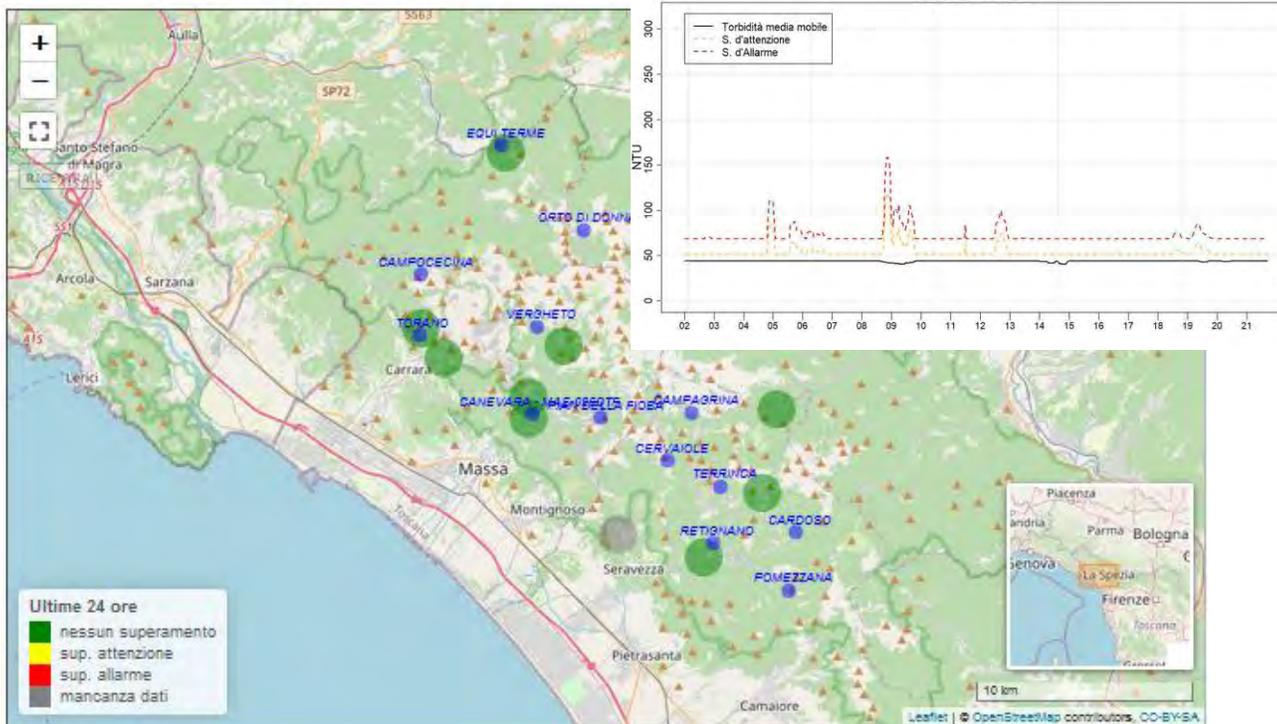


- Le riprese fotografiche UAS (ortoimmagini) consentono, in abbinamento a rilievi LiDAR da terra o tramite UAS, di valutare ubicazione e consistenza dei depositi di fanghi di segazione ('marmettola') lungo i corsi d'acqua
- Data l'estensione del reticolo idrografico interessato dal fenomeno, le campagne di rilievo potranno essere previste sui punti di campionamento della rete di monitoraggio della qualità delle acque a cadenza semestrale
- Il sistema di monitoraggio automatico di rilevamento dei picchi di torbidità messo a punto nel corso del Progetto Speciale Cave (2016-2020) finanziato da Regione Toscana potrà essere utilizzato per valutare la necessità di rilievi UAS supplementari

TUTELA DELLA RISORSA IDRICA E FENOMENI METEO

Mappa

Mensile 2024-09 bacino LUCIDO torbidim. EQUI GROTTE GW
2024-09-02 - 2024-09-21



Picchi di torbidità

- **Eventi meteo (dati e servizi del Centro Funzionale Regionale – CFR) → picchi significativi per la modellazione e la valutazione del trasporto di marmettola**
- **Sversamenti di scarti di lavorazione → picchi significativi per la modellazione dei fenomeni di trasporto**
- Servizi e dati Copernicus relativi alla copertura del suolo sono stati testati nella modellazione dei fenomeni di trasporto (attività in corso)

Necessità di correlare gli eventi di picco con i dati meteo e di raffinamento dei modelli di trasporto

3 - GESTIONE SOSTENIBILE DEI SOTTOPRODOTTI



- **Gestione dei depositi storici** (rimozione e divieto di nuovi conferimenti)
- Necessità di stimare l'**entità del movimento terra** e di verificarne l'utilizzo nelle infrastrutture di cantiere
- Verifica delle stime con i dati delle **dichiarazioni MUD** (fanghi di segazione)
- Calcolo di **indicatori prestazionali** (conferimento a riuso di fanghi di segazione e gestione depositi temporanei)

Monitoraggio geomorfologico

GESTIONE SOSTENIBILE - ANALISI MULTITEMPORALI 3D



Riprese aeree

1:10.000 (PAC: biennale, fino al 2013)

1:5.000 (PAC: triennale/biennale dal 2016)

1:2.000/LiDAR (monitoraggi specifici: ~ 10 anni)

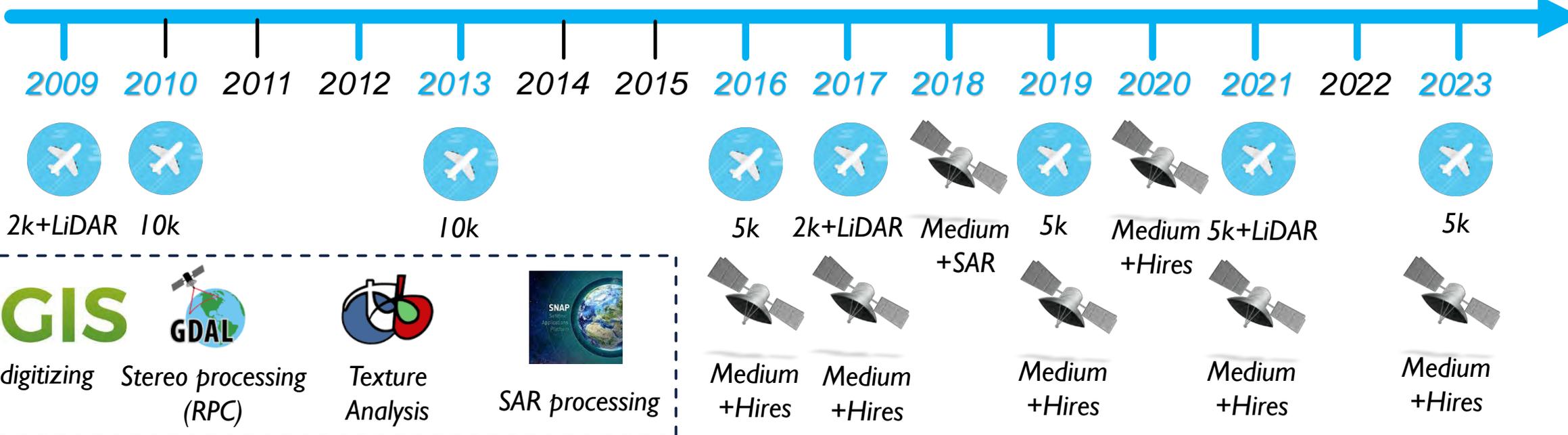


Riprese satellitari

10m (Sentinel-2) – verifiche su base pluriennale

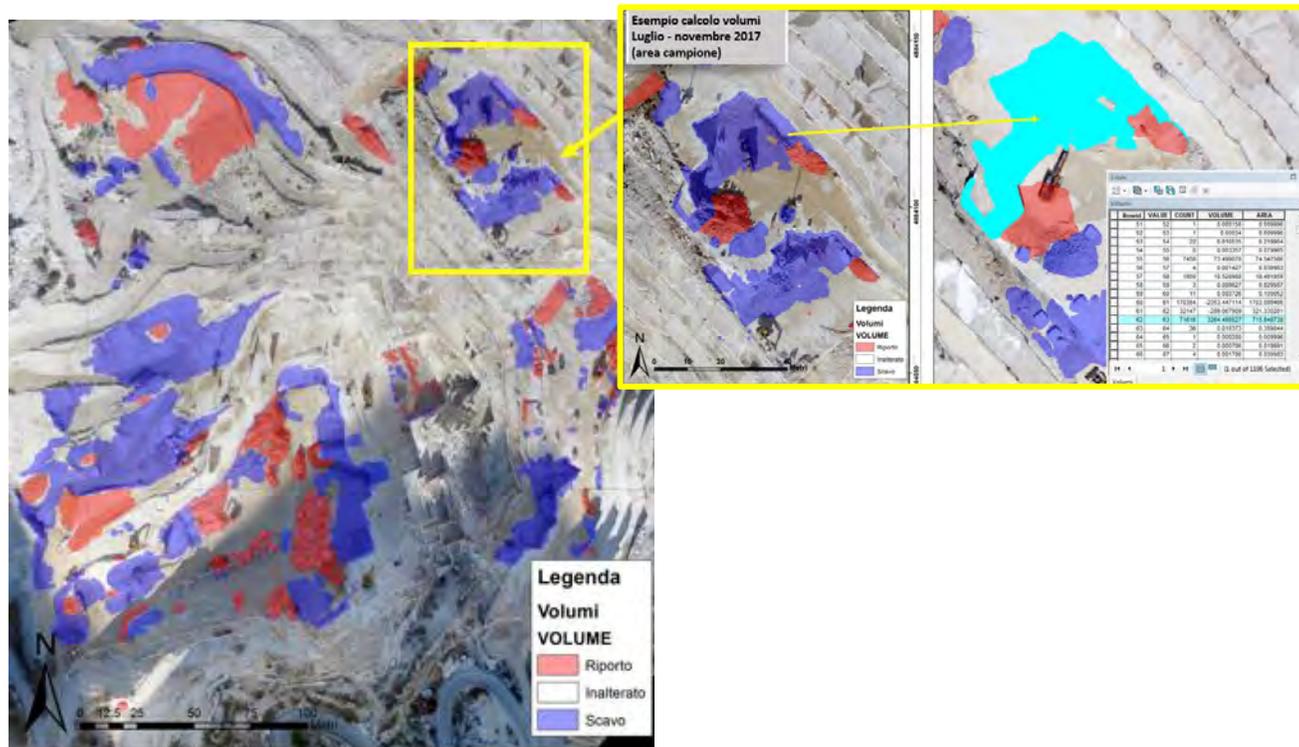
3m (1m ?) (Cosmo Skymed SAR) – verifiche interannuali

50cm (Pléiades) – quota limitata da Project Proposal (ESA)

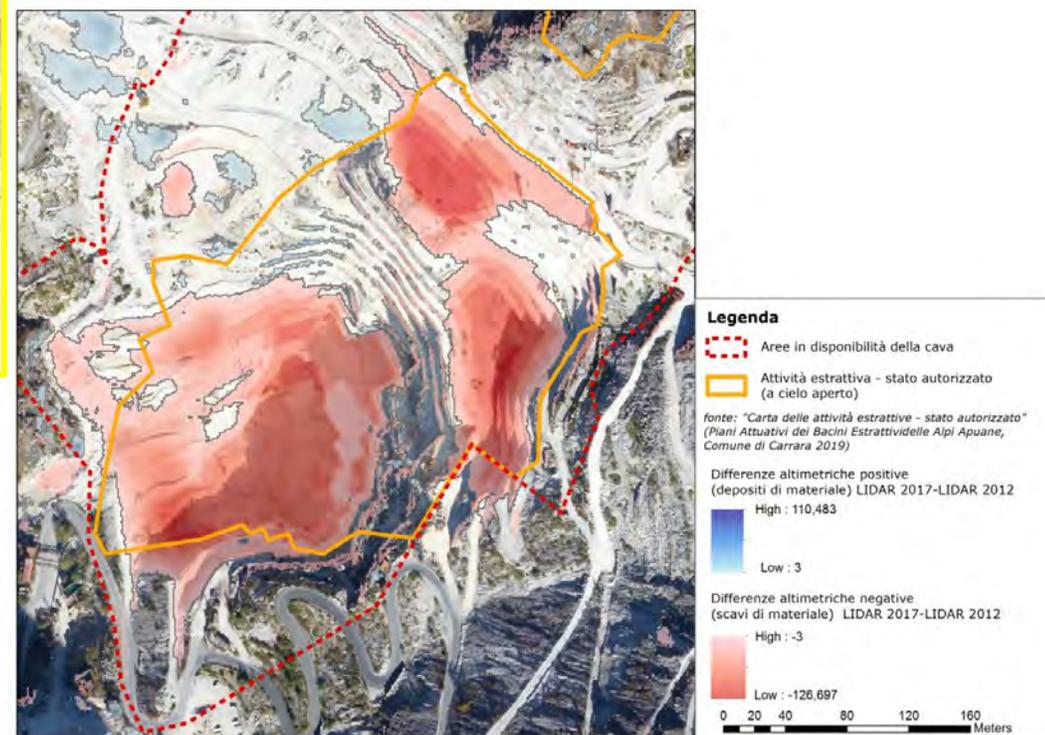


MONITORAGGIO GEOMORFOLOGICO – UAS E LIDAR

UAS (luglio/novembre 2017)

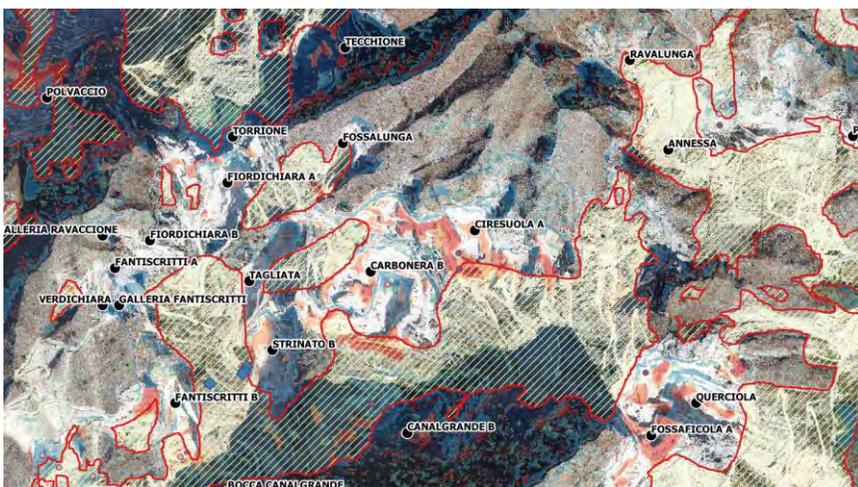


LiDAR (2012-2017)

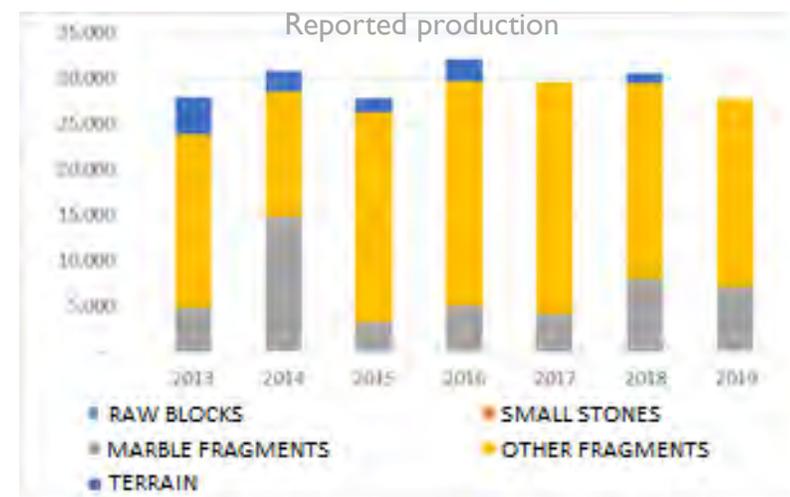


Le riprese UAS consentono di effettuare monitoraggi a cadenza < 1 anno

INDICATORI PRESTAZIONALI

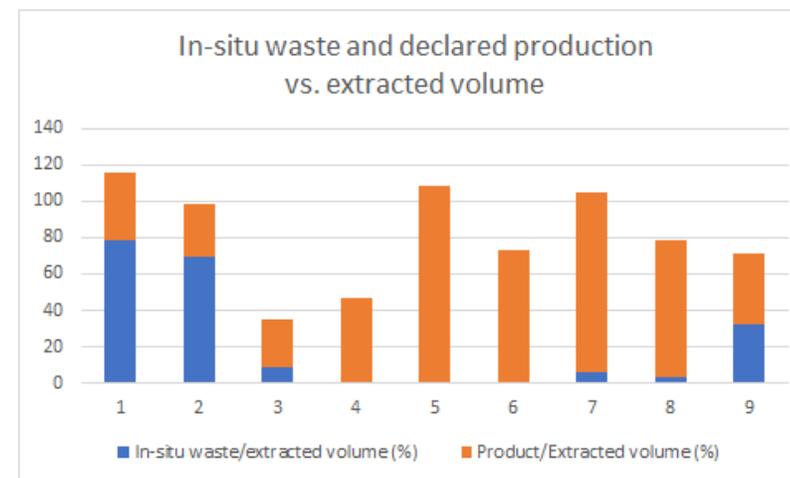
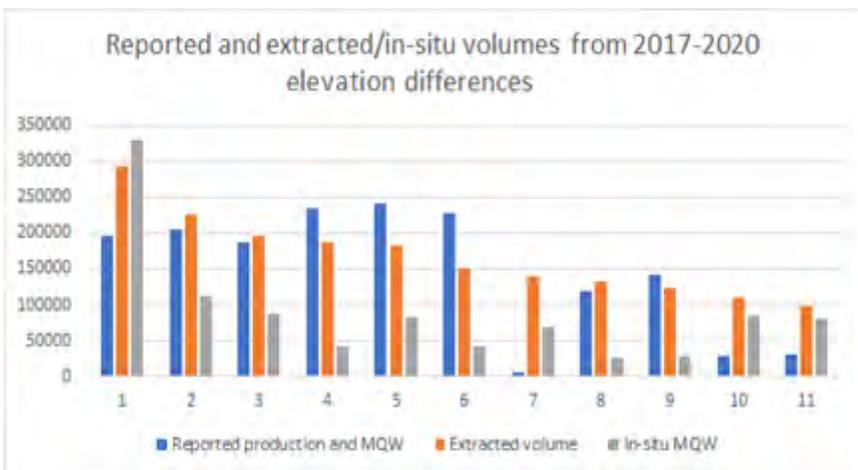


- Volumi estratti
- Volumi riportati
- Depositi di terre e rocce



(a) Volumi estratti/*in situ* vs. dati di produzione complessivi (*siti campione*)

(b) Volumi *in situ*/riportati vs. estratti (*siti campione*)

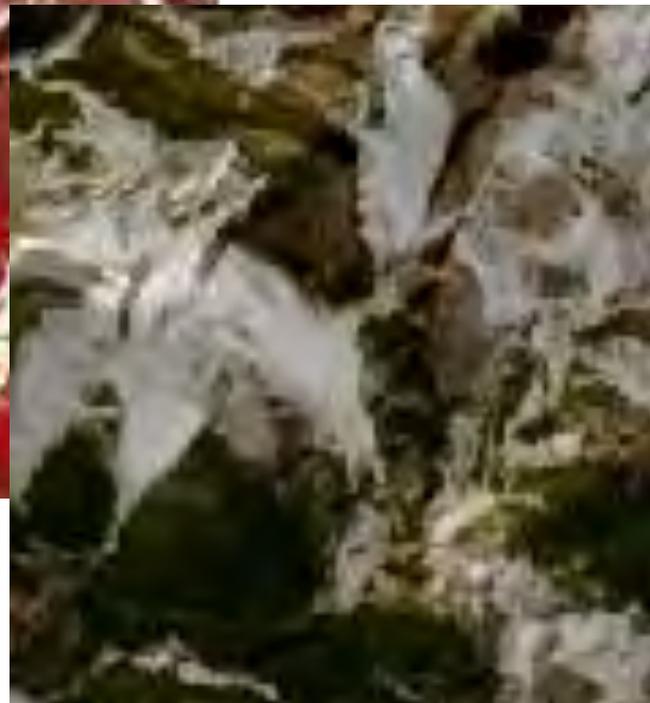


CONCLUSIONI



- Dati e servizi Copernicus, riprese aeree e riprese UAS si **integrano tra di loro grazie alle rispettive caratteristiche e punti di forza**
- L'utilizzo congiunto è **indispensabile in ambienti di cava complessi e nelle analisi multitemporali**
- Nuovo Progetto Speciale Cave: **miglioramento della capacità di estrazione delle informazioni** attraverso:
 - maggiori dotazioni HW/SW per l'acquisizione di dati *in situ*
 - tecniche di **Computer Vision** e **intelligenza artificiale (GeoAI)**
 - sviluppo di **catene di processamento in ambiente cloud**

L'integrazione è sempre un gioco a somma positiva



GRAZIE

IL GRUPPO DI LAVORO DEL
PROGETTO SPECIALE CAVE

Cinzia Licciardello
Stefano Menichetti
Antonio Di Marco
Stefania Biagini
Diego Palazzuoli
Khalil Tayeh

PFR_SIRA@ARPAT.TOSCANA.IT