

Monitoraggio della matrice suolo: l'attività di ARPAT

Ing. Cinzia Licciardello

Sistema Informativo Regionale Ambientale (SIRA) - ARPAT

Argomenti

- **Ruolo** di ARPAT nel Sistema Nazione per la Protezione Ambientale (SNPA) e ruolo del Sistema Informativo Regionale Ambientale (SIRA) nel Sistema Informativo Regionale Regionale
- **Attività** ARPAT (Settore SIRA) in materia di monitoraggio della matrice suolo in contesti di rilevanza ambientale attinenti alla tematica del consumo di suolo (attività estrattive e cantieri di grandi opere infrastrutturali):
 - Progetto Speciale Cave
 - Rilievi geomorfologici a grande e grandissima scala
 - Produzione di indicatori e dati ambientali
 - Progetti in corso

L'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale (ARPAT) nel Sistema Nazionale e Regionale

D.Lgs 132/2016, art. 3 comma 1

Funzioni del Sistema nazionale

1. Nel rispetto delle competenze delle regioni e delle Province autonome di Trento e di Bolzano, il Sistema nazionale svolge le seguenti funzioni:

a) monitoraggio dello stato dell'ambiente, **del consumo di suolo**, delle risorse ambientali e della loro evoluzione in termini quantitativi e qualitativi, eseguito avvalendosi di reti di osservazione e strumenti modellistici; ...

LR 30/2009, art. 19, commi 1 e 2

Sistema Informativo Regionale Ambientale (SIRA)

1. L'ARPAT provvede alla raccolta dei dati acquisiti nell'esercizio delle attività di cui agli articoli 5 e 10 tramite il **sistema informativo regionale ambientale (SIRA)**.
2. Il SIRA è parte integrante del **sistema informativo regionale**, secondo la normativa e le disposizioni regionali in materia. Il SIRA si raccorda in tale quadro con il sistema informativo geografico regionale di cui alla **legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio)** ed opera come riferimento regionale rispetto al corrispondente sistema informativo nazionale ambientale.
3. Le basi dati del SIRA e i relativi servizi sono costituiti e gestiti dall' ARPAT nel quadro della normativa nazionale e nel rispetto delle norme e disposizioni regionali in materia di società dell'informazione e di sistema informativo regionale.

LR 65/2004, art. 54bis, commi 1 e 4

Il sistema informativo regionale integrato per il governo del territorio

1. Al fine di supportare l'attuazione delle politiche e l'attività amministrativa in materia di governo del territorio per la conoscenza, disciplina, valutazione e monitoraggio del patrimonio territoriale [...] è istituito il **sistema informativo regionale integrato per il governo del territorio** [...]

4. L'infrastruttura per l'informazione territoriale costituisce il **referimento conoscitivo unitario a supporto dell'elaborazione, della valutazione e del monitoraggio degli atti di governo del territorio** [...]

Attività ARPAT (SIRA) /SNPA

Rete RR-TEM:

<https://www.snambiente.it/attivita/reti-tematiche/monitoraggio-del-territorio-e-del-consumo-di-suolo/>

Supporto a ISPRA nelle attività di fase 1 di aggiornamento della Carta Nazionale del Consumo di Suolo

1. **Fotointerpretazione** di riprese satellitari Sentinel-2 (60% del territorio)
2. **Classificazione** dei cambiamenti significativi rilevati (AREA > 10x10m) con l'ausilio di riprese ad altissima risoluzione ove disponibili

Composizione della Rete (RR-Tem V.4)

- Coordinatore: Michele Munafò (Ispra)
- Giorgio Zanvettor (Appa Bolzano)
- Luigi Dattola (Arpa Calabria)
- Francesca De Falco (Arpa Campania)
- Vittorio Marletto (Arpae Emilia-Romagna)
- Paola Giacomich (Arpa Friuli Venezia Giulia)
- Alessandro Grillo (Arpa Lazio)
- Emanuele Scotti (Arpa Liguria)
- Dario Bellingeri (Arpa Lombardia)
- Roberto Brascugli (Arpa Marche)
- Enrico Bonansea (Arpa Piemonte)
- Vito La Ghezza e Benedetta Radicchio (Arpa Puglia)
- Elisabetta Benedetti (Arpa Sardegna)
- Domenico Galvano (Arpa Sicilia)
- **Cinzia Licciardello e Antonio Di Marco (Arpa Toscana)**
- Raffaella Canepel (Appa Trento)
- Luca Tamburi (Arpa Umbria)
- Fabrizia Joly (Arpa Valle D'Aosta)
- Paolo Giandon (Arpa Veneto)

Osservatorio paritetico della pianificazione

<https://www.regione.toscana.it/monitoraggio-della-pianificazione>

LR 65/2014, art. 54 (insediamento: 2015)

Componenti:

- responsabile della **struttura regionale competente** in materia di governo del territorio;
- responsabile del **sistema informativo geografico regionale**;
- due rappresentanti delle **province e della città metropolitana** due rappresentanti dei **comuni**

Attività di monitoraggio:

- **Stato** della pianificazione
- Consumo di suolo **effettivo**
- Consumo di suolo **ex LR 65/2014 (consumo 'giuridico')**
- Consumo di suolo **ex LR 65/2014 art. 4 (aree intercluse)**
- Altri monitoraggi (conformazione PIT, stato dei rischi...)

Gruppo di lavoro interdirezionale

Gruppo di lavoro interdirezionale per il coordinamento sul tema '**Monitoraggio del consumo di suolo**' (24/11/2022 - 31/12/2025)

Componenti:

- Direzione Urbanistica
- Direzione Ambiente ed energia
- Direzione Agricoltura e Sviluppo Rurale
- **ARPAT**

Obiettivi:

- **condivisione** dei sistemi di monitoraggio
- **corretta lettura del dato** sul consumo di suolo in Toscana al fine di supportare in maniera adeguata le politiche regionali

Osservatori nazionale sul consumo di suolo (Progetto Soil4Life – 2019/2021)

Action B.2: Regional Observatories on soil consumption

Obiettivi:

- Costituzione degli osservatori regionali (15)
- Condivisione di informazioni in merito a:
 - **Legislazione** regionale in materia di consumo di suolo
 - **Indicatori** di livello regionale

Aree coinvolte:

- Protezione ambientale
- Tutela del suolo e del paesaggio
- Pianificazione urbanistica
- Agricoltura e foreste
- Beni culturali

Attività finale: adozione della Carta dei Principi sull'Uso Sostenibile del Suolo (Azione B.1)

Il Sistema Informativo Regionale Ambientale

Riferimento nazionale dati e
indicatori ambientali
(D.lgs 132/2016)

Partecipazione a reti
tematiche e osservatori
nazionali (SNPA)

Livello nazionale

Riferimento regionale dati e
indicatori ambientali (PFR)
(LR 90/2009)

Partecipazione a osservatori
regionali

Livello regionale

Monitoraggio geomorfologico
a grande scala
(riprese aeree e satellitari)

Monitoraggio geomorfologico
a grandissima scala
(rilievi UAS/TLS/GPS RTK)

Livello agenziale

Il monitoraggio del consumo di suolo

Il consumo di suolo tra Sistema Nazionale e Governo del Territorio

TUTELA DELL'AMBIENTE
E DEL PAESAGGIO



Sistema Nazionale



**Carta Nazionale
del Consumo di Suolo**



Serie storica 2006-2021

GOVERNO
DEL TERRITORIO



Regione Toscana



**Carta Regionale dell'uso e della
copertura del suolo (UCS)**



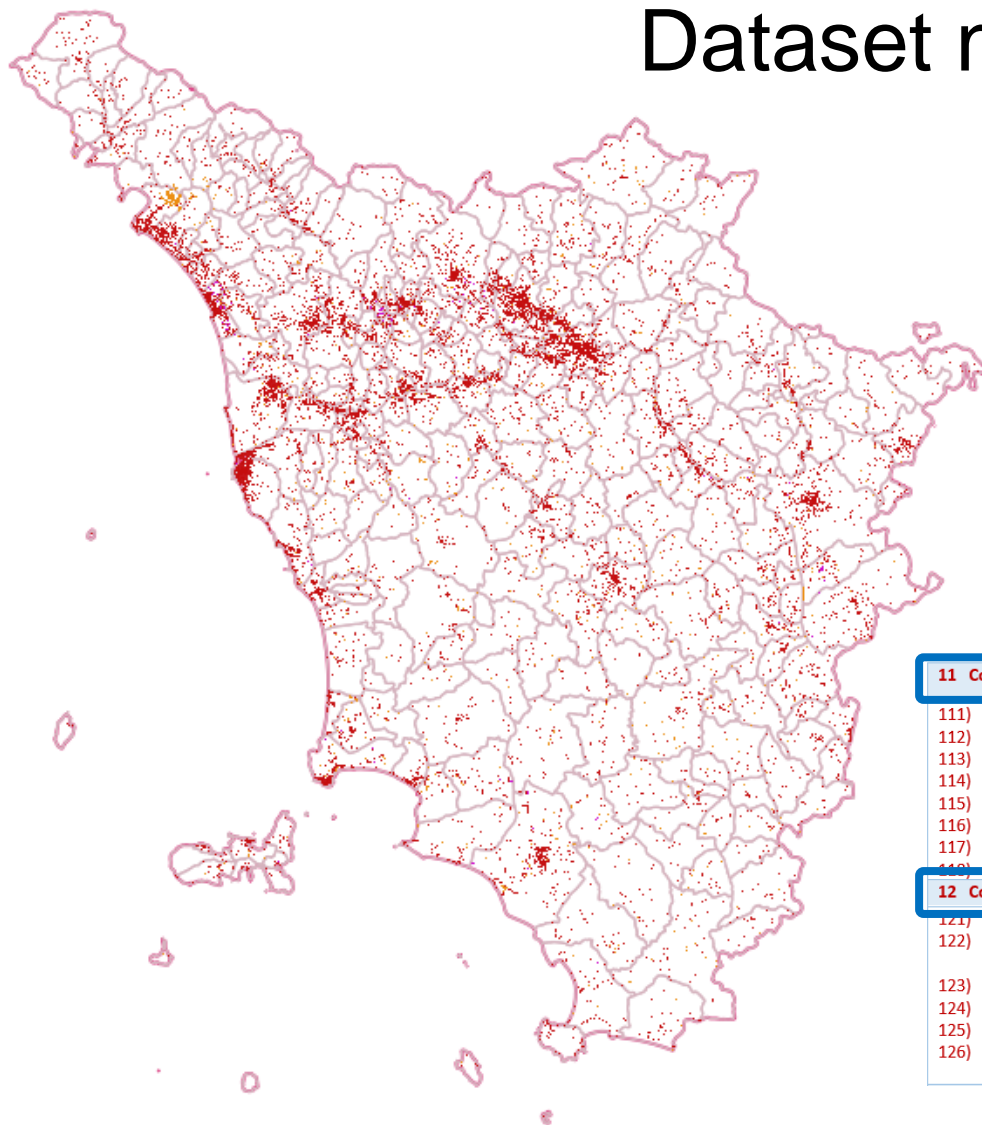
Serie storica 2007-2021

Obiettivi diversi

Patrimonio informativo non confrontabile

Gruppi di lavoro interdisciplinari

Dataset nazionale



SC_R09_2020_v3

Banda 1: Band_1 (Gray)

- 1
- 11
- 12
- 111
- 112
- 113
- 114
- 115
- 116
- 117
- 118

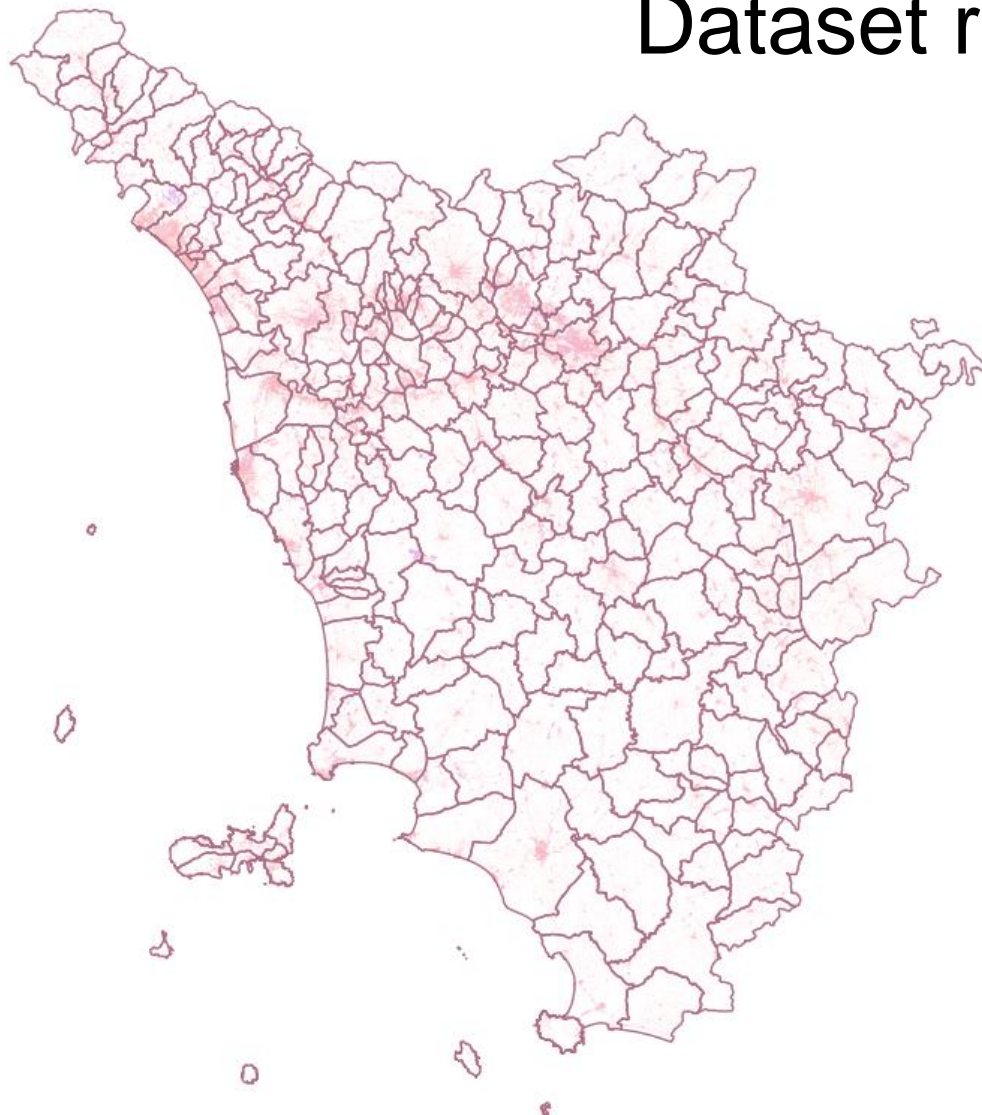
11 Consumo di suolo permanente


















- 111) Edifici, fabbricati
- 112) Strade pavimentate
- 113) Sede ferroviaria
- 114) Aeroporti (piste e aree di movimentazione impermeabili/pavimentate)
- 115) Porti (banchine e aree di movimentazione impermeabili/pavimentate)
- 116) Altre aree impermeabili/pavimentate non edificate (piazze, parcheggi, cortili, campi sportivi, etc.)
- 117) Serre permanenti pavimentate
- 118) Discariche

12 Consumo di suolo reversibile

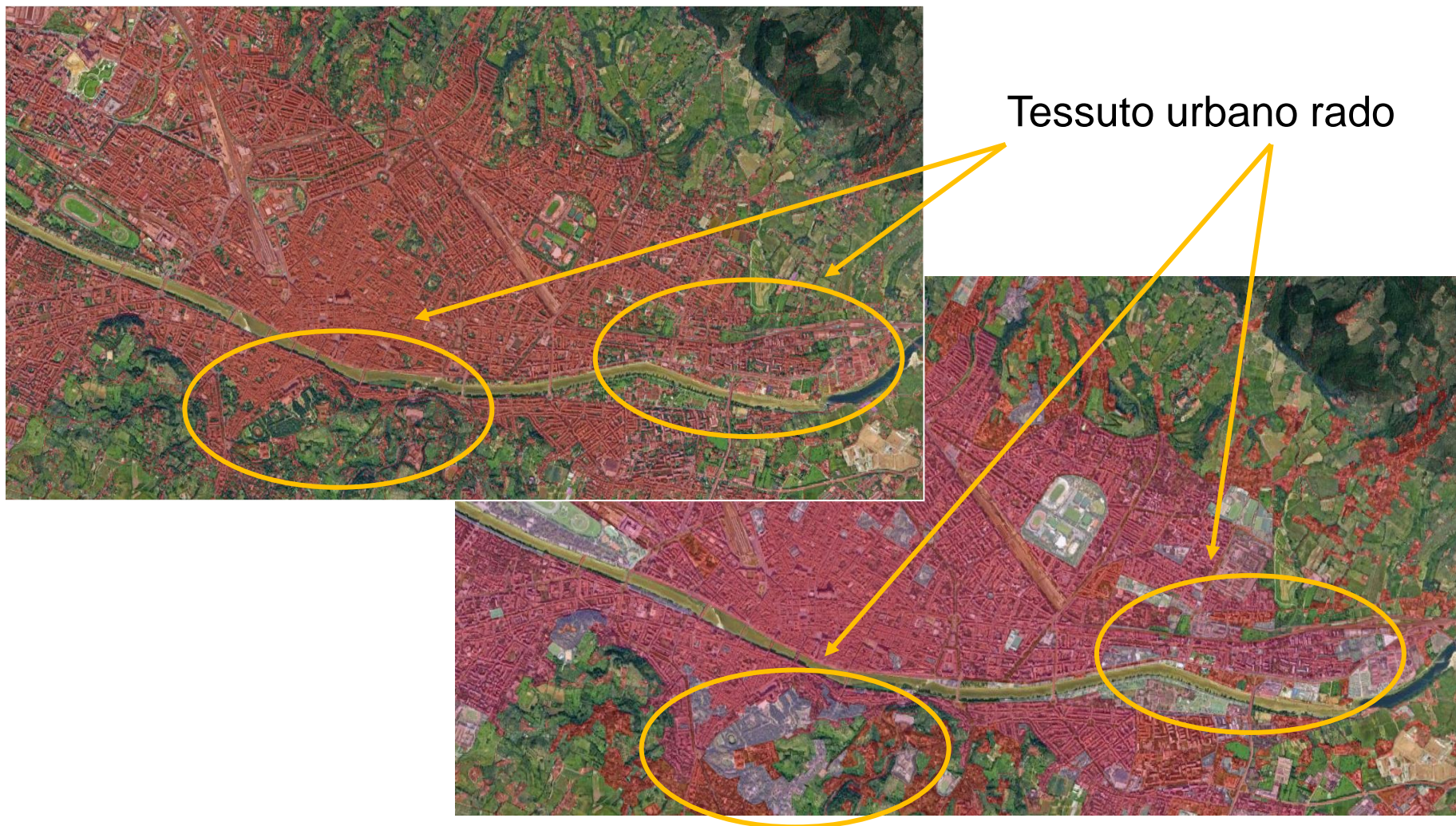
- 121) Strade non pavimentate
- 122) Cantieri e altre aree in terra battuta (piazze, parcheggi, cortili, campi sportivi, depositi permanenti di materiale, etc.)
- 123) Aree estrattive non rinaturalizzate
- 124) Cave in falda
- 125) Impianti fotovoltaici a terra
- 126) Altre coperture artificiali non connesse alle attività agricole la cui rimozione ripristini le condizioni iniziali del suolo

Dataset regionale

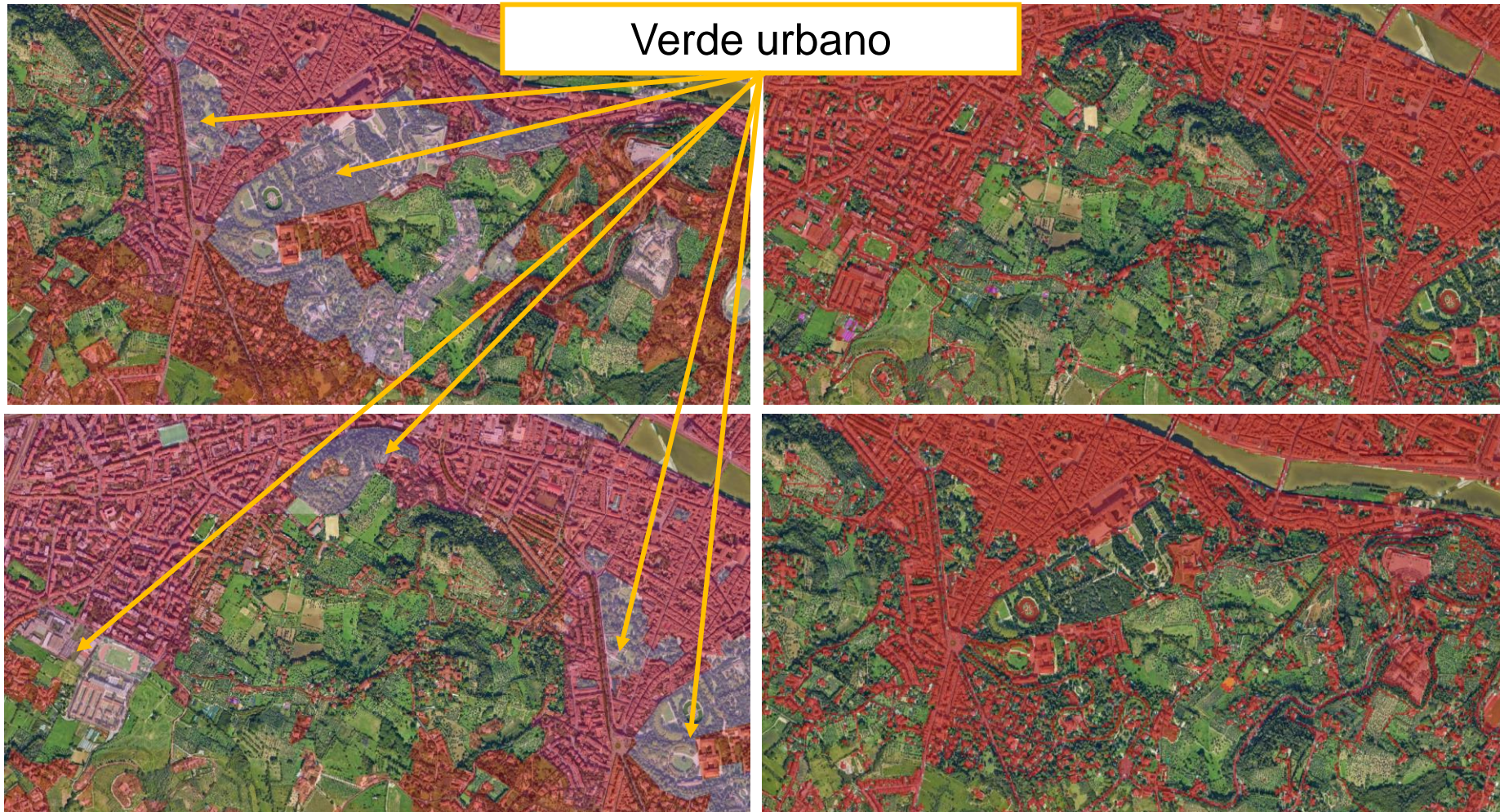


- ✓  **UCS 19**
- ✓  111: Zone residenziali a tessuto continuo
 - ✓  112: Zone residenziali a tessuto discontinuo
 - ✓  1121: Pertinenza abitativa, edificato sparso
 - ✓  121: Aree industriali e commerciali
 - ✓  1211: Depuratori
 - ✓  1212: Impianti fotovoltaici
 - ✓  122: Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche
 - ✓  1221: Strade in aree boscate
 - ✓  123: Aree portuali
 - ✓  124: Aeroporti
 - ✓  131: Aree estrattive
 - ✓  132: Discariche, depositi di rottami
 - ✓  133: Cantieri, edifici in costruzione
 - ✓  141: Aree verdi urbane
 - ✓  1411: Cimiteri
 - ✓  142: Aree ricreative e sportive

Dataset nazionale e regionale (1:30.000)



Dataset nazionale e regionale (1:10.000)



Dataset regionale – Trend consumo toscano

OSSERVATORIO PARITETICO DELLA PIANIFICAZIONE



RAPPORTO DI
MONITORAGGIO 2020

http://www301.regione.toscana.it/bancadati/atti/Contenuto.xml?id=5313019&nomeFile=Decisione_n.10_del_20-12-2021-Allegato-A

Il consumo di suolo effettivo in termini quantitativi

FONTE:

Elaborazioni da Uso del Suolo del Sistema Informativo Integrato Regionale per il Governo del Territorio

EVIDENZE:

Se guardiamo ai dati relativi all'artificializzazione del suolo, dati costruiti nell'ambito del Sistema Informativo Regionale Integrato per il Governo del Territorio sulla base delle rilevazioni triennali dell'uso e copertura del suolo in Toscana, notiamo, tra il 2010 e il 2019, una costante decrescita dell'incremento (dati espressi in ettari)



Fonte: Uso/Copertura del Suolo di Regione Toscana (edizione 2021)

GRAFICO 7

Dataset nazionale – Trend consumo toscano

OSSERVATORIO PARITETICO DELLA PIANIFICAZIONE



RAPPORTO DI
MONITORAGGIO 2020

http://www301.regione.toscana.it/bancadati/atti/Contenuto.xml?id=5313019&nomeFile=Decisione_n.10_del_20-12-2021-Allegato-A

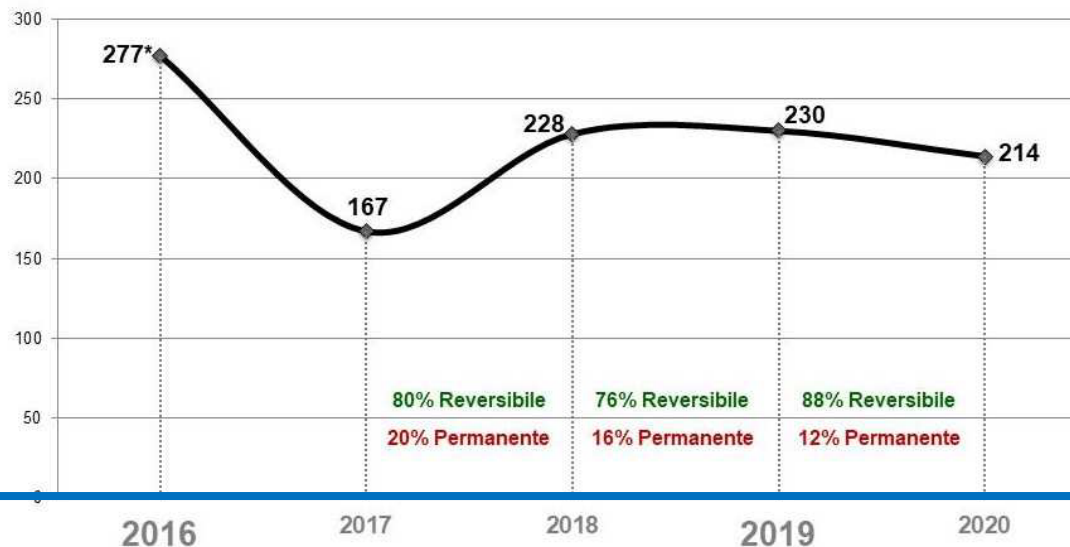
Il consumo di suolo effettivo in termini qualitativi

FONTE:

Elaborazioni da Uso del Suolo del Sistema Informativo Integrato Regionale per il Governo del Territorio e Rapporto ISPRA 2018 e 2019

EVIDENZE:

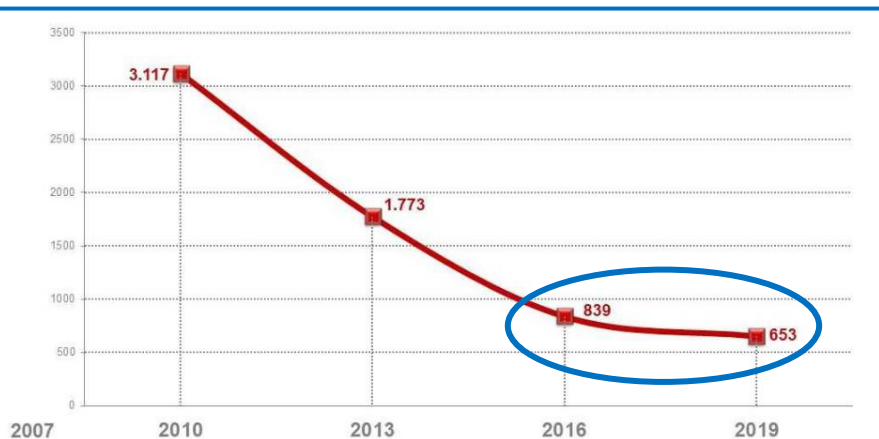
Ad una attenta analisi di dettaglio degli ettari di suolo impermeabilizzato (da Rapporto ISPRA), solo il 20% nell'intervallo 2017-2018, il 16% nel 2018-2019 e il 12% nel 2019-2020 risultano riferiti a trasformazioni permanenti.



Fonte: Rapporti ISPRA (2019-2021)

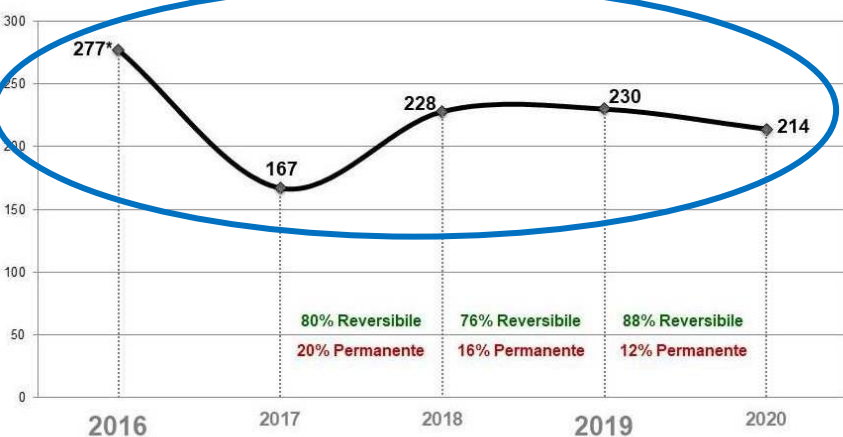
SCHEMA 1

Dataset nazionale e regionale a confronto



Fonte: Uso/Copertura del Suolo di Regione Toscana (edizione 2021)

Codice 1: perimetrazione sulla base
della CTR 2007
(incluso il verde urbano)



Fonte: Rapporti ISPRA (2019-2021)

Codice 1: consumo permanente
Codice 2: consumo reversibile

Attività di monitoraggio geomorfologico a supporto dell'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale

Monitoraggio a grande scala

Le attività di monitoraggio geomorfologico in corso sul comprensorio estrattivo delle Alpi Apuane sono state avviate nel corso dell'anno 2016 grazie ai finanziamenti del Progetto Speciale Cave finanziato dalla Regione Toscana, che ha coinvolto più assessorati regionali.

Nel corso del Progetto Speciale Cave (2016-2020) sono state sperimentate e messe a punto metodiche di rilevamento automatico e semiautomatico a grande e grandissima scala:

- Variazioni della copertura del suolo (consumo di superficie)
- Variazioni dovute ad attività di sbancamento o riporto di terre e rocce di scavo (consumo di volume)

Le attività sono state condotte utilizzando le serie di ortoimmagini ad altissima risoluzione rese disponibili tramite il servizio Geoscopio e riprese satellitari per gli anni 2016-17 (a pagamento), 2018 (ISPRA) e 2020 (ESA).

Comprensori estrattivi – variazioni di copertura del suolo

2013

2013

2013

2013

2016

2016

2016

2016

*Perdita di suolo
naturale*

*Asportazione di
vecchi depositi*

*Riempimento di
cave esaurite*

*Rinaturalizzazione di
vecchi depositi*

Variazioni rilevanti dal punto di vista del monitoraggio ambientale e dell'utilizzo sostenibile delle risorse: (a) attività antropiche (attività estrattiva, riempimenti) (b) processi naturali (rinaturalizzazione). Ortoimmagini fornite dal servizio **Geoscopio (Regione Toscana)**.

Applicazioni del monitoraggio 2D/3D

Tutela delle aree protette

✓ *(2D) controllo di eventuali sconfinamenti*

Monitoraggio della perdita di suolo naturale

✓ *(2D) monitoraggio dei cambiamenti delle aree naturali*

Monitoraggio del ripristino delle aree esaurite (ove consentito)

✓ *(2D/3D) riempimento con terre e rocce di scavo*

Riduzione di vecchi depositi di terre e rocce da scavo

✓ *(2D/3D) estrazione di vecchi depositi per riutilizzo*

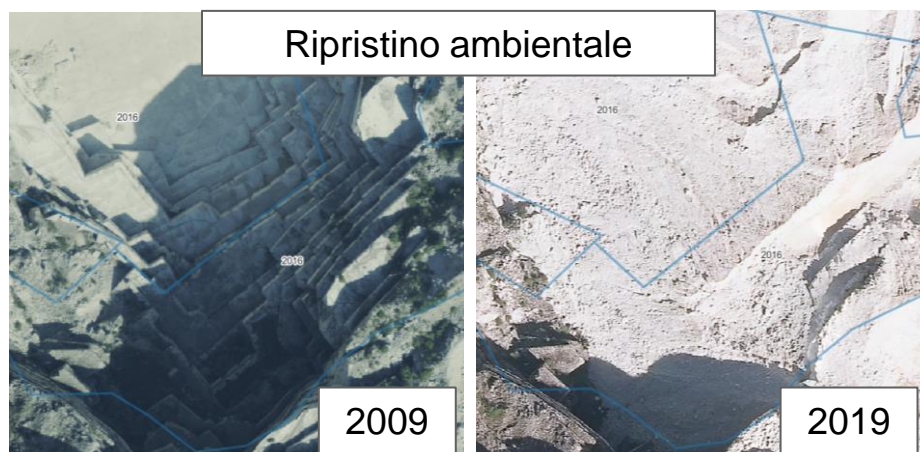
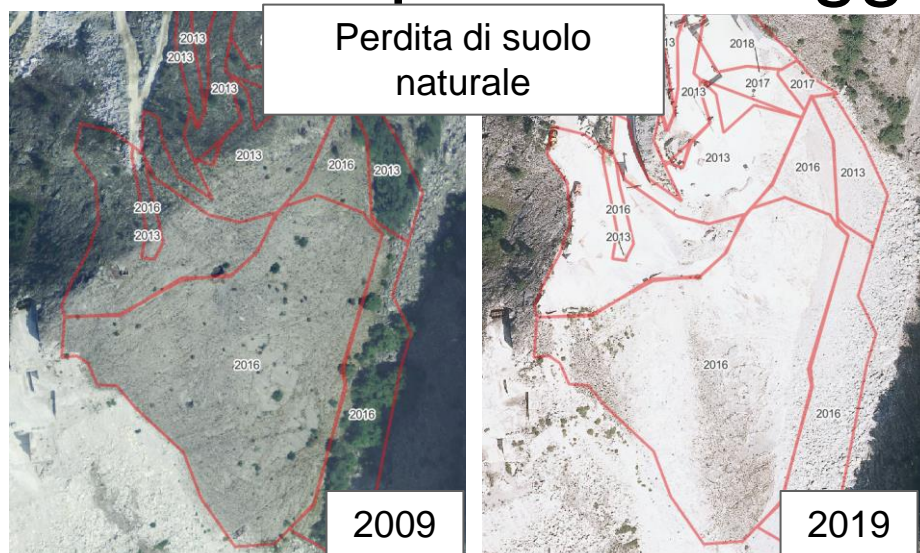
Sostenibilità delle attività estrattive (produzione vs. rifiuti/sottoprodotti)

✓ *(2D/3D) bilancio dei volumi estratti/'in-situ'*

Economia circolare (riutilizzo di sottoprodotti)

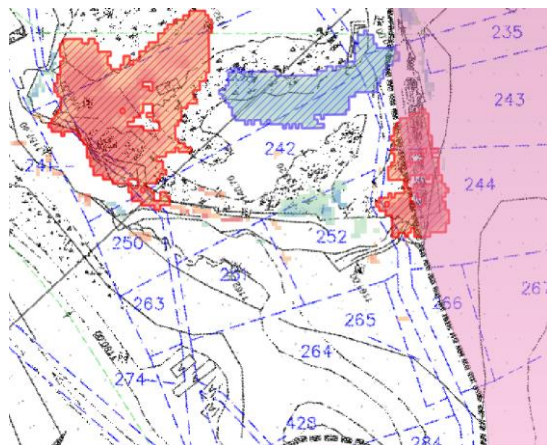
✓ *(2D/3D) bilancio dei volumi estratti/'in-situ'*

Esempi monitoraggio 2D (2009-2019)

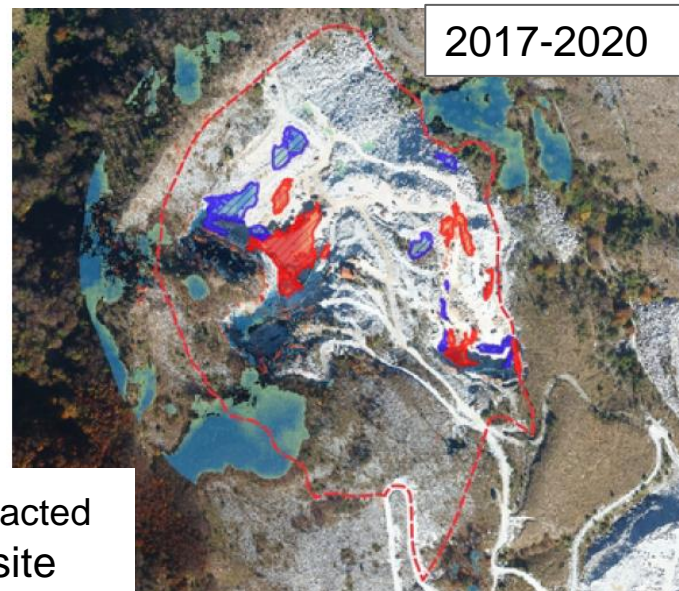
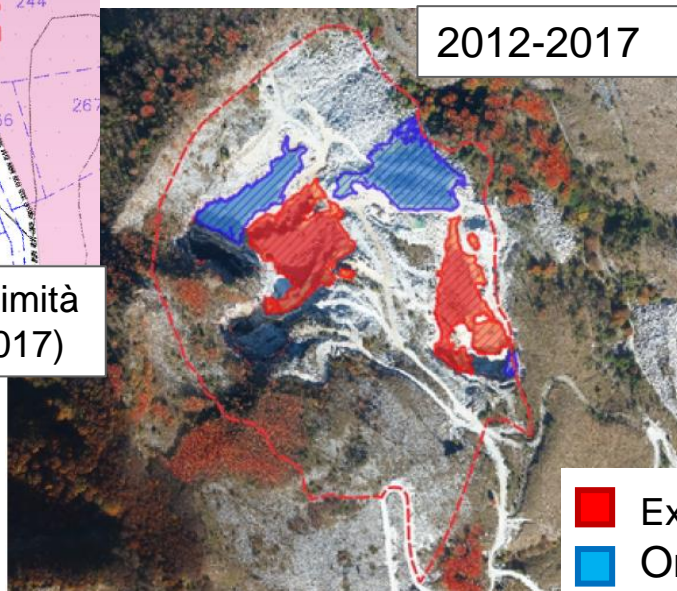


Fotointerpretazione Ortoimmagini Regione Toscana a scala 1:5.000 e 1:10.000 – servizio Geoscopio

Esempi monitoraggio 3D (2008-2017-2020)



Attività estrattive in prossimità
di aree protette (2008-2017)



■ Extracted
■ Onsite

Differenza altimetrica DSM riprese LiDAR 2008-2017 (Servizio Geoscopio) e 2017-2020 (Riprese satellitari Tri-stereo Airbus Pléiades fornite da ESA a seguito di presentazione di Project Proposal elaborate con stereo pipelines NASA e CNES su macchina virtuale Docker)

Monitoraggio a grandissima scala

I finanziamenti del Progetto Speciale Cave (2016-2020) hanno consentito la sperimentazione delle tecnologie di rilievo a corto raggio su un campione di cinque cave con differenti caratteristiche geomorfologiche:

- Rilievi con sistemi a pilotaggio remoto (UAS) e successiva ricostruzione aerofotogrammetria
- Rilievi con LiDAR terrestre (TLS) fisso e portatile

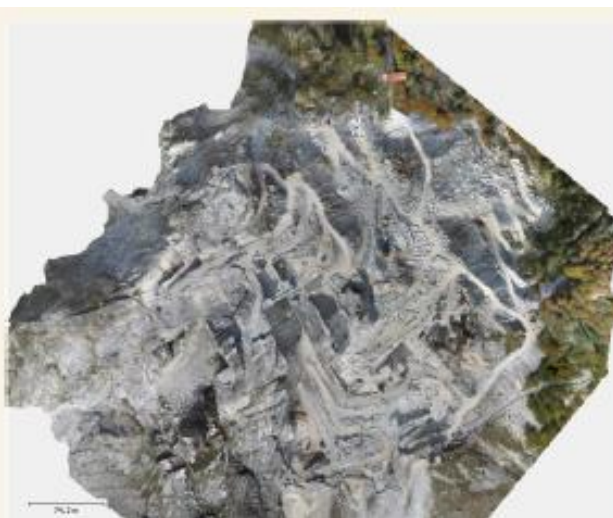
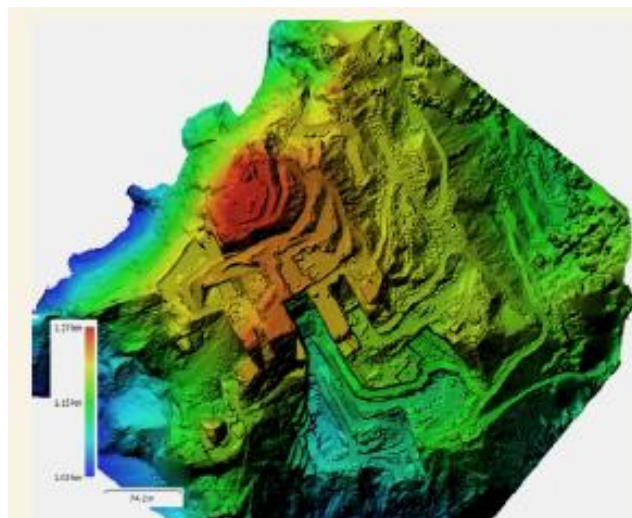


LiDAR terrestre (fisso e portatile)

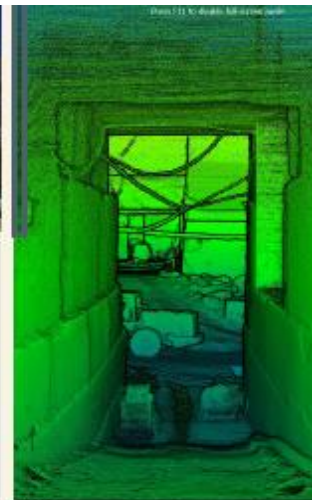
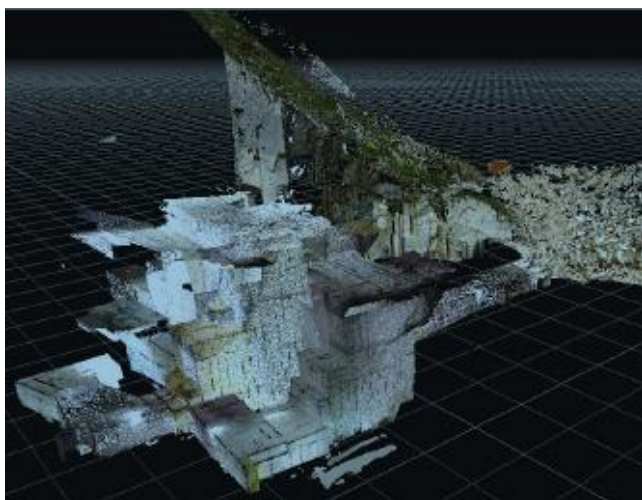


UAS con fotocamera e sensore LiDAR

Monitoraggio attività estrattive



Rilievo UAS e
ricostruzione
aerofotogrammetrica

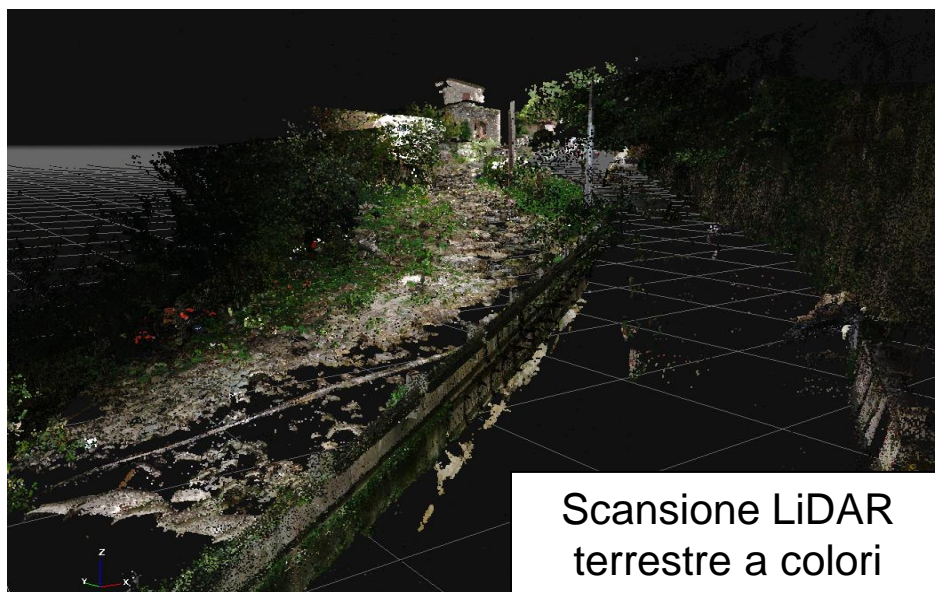


Rilievo LiDAR
terrestre di cantiere
sotterraneo

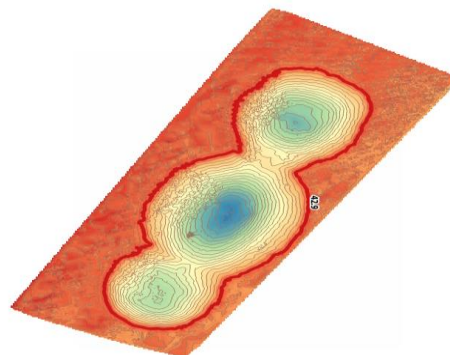
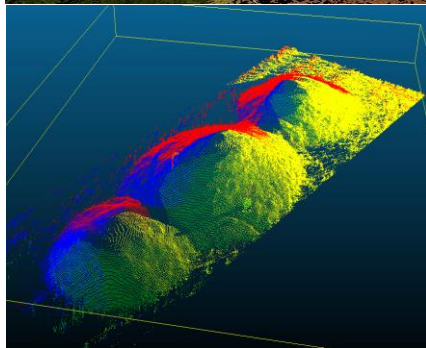
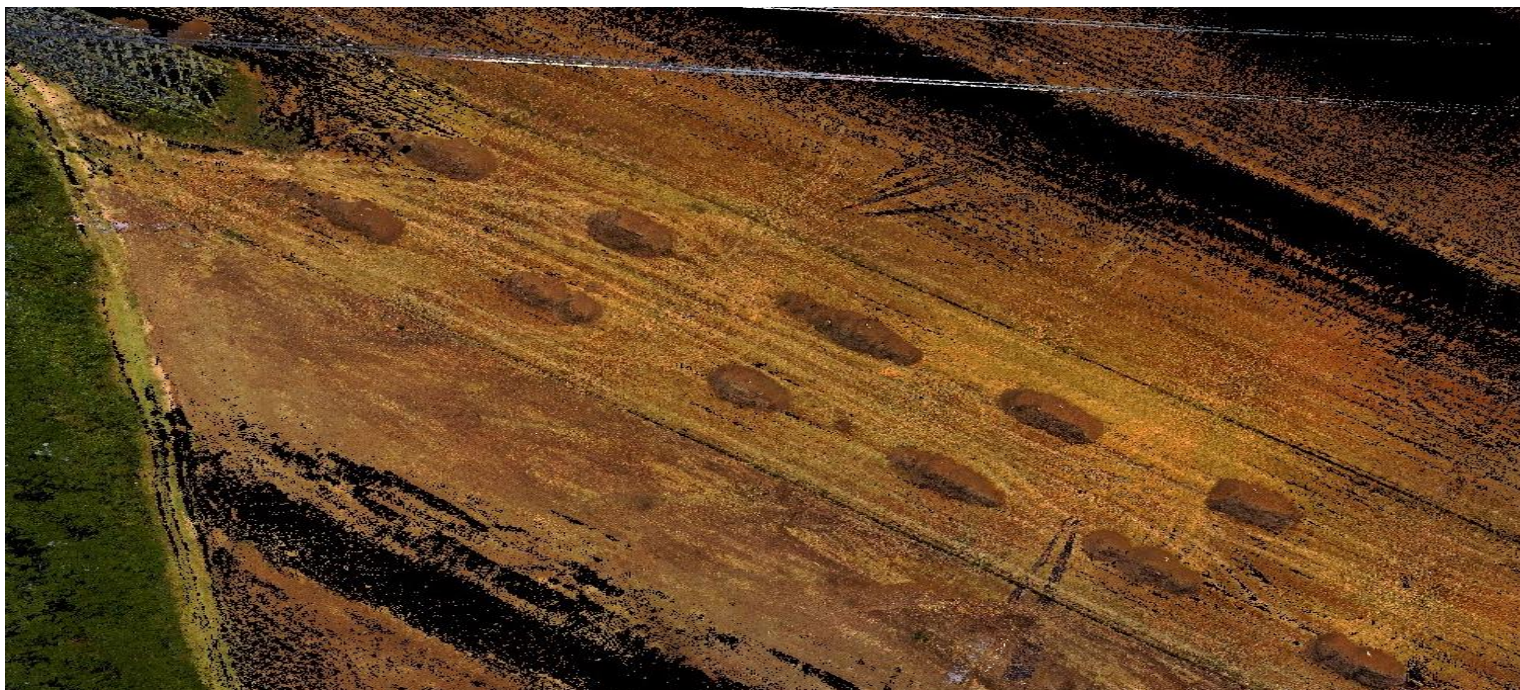
Sedimenti nelle acque superficiali



Inquinamento da fanghi di segazione (marmettola) nelle acque superficiali



Verifica volumetrie cumuli di ammendante

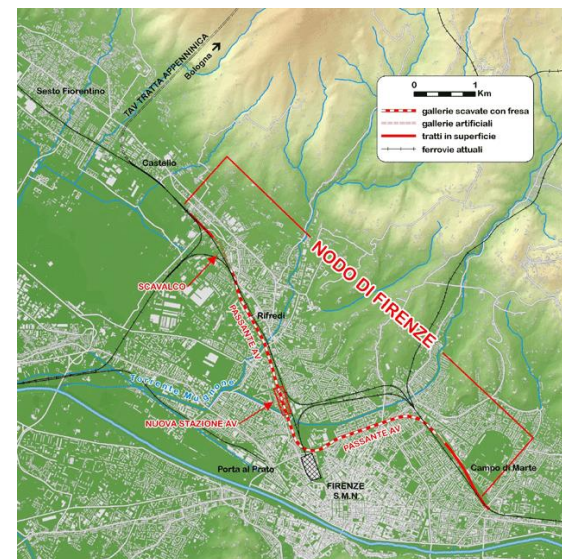


Oliveto (Empoli) – sito di test
(cumuli di circa 3x2x2m)

Monitoraggio gestione terre e rocce di scavo in cantieri di grandi opere infrastrutturali

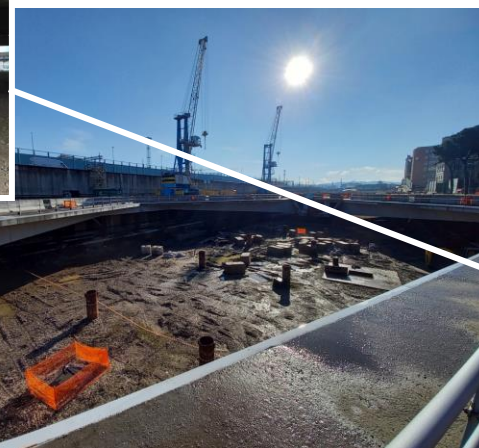
La realizzazione della nuova stazione ad alta velocità di Firenze situata in viale Belfiore (progetto dello studio Norman Foster & Partners del 2003) è in corso a partire dal 2010.

Il progetto prevede la realizzazione di un sottosuolo a 25m dalla quota del piano campagna; l'autorizzazione all'attività di gestione delle terre e rocce di scavo è soggetta alla presentazione di un piano di gestione.

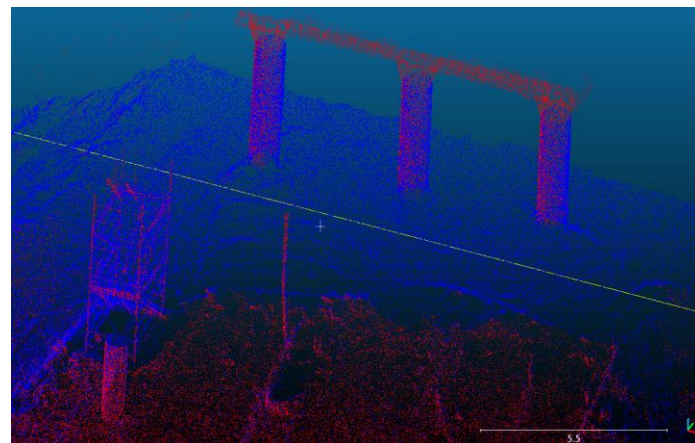
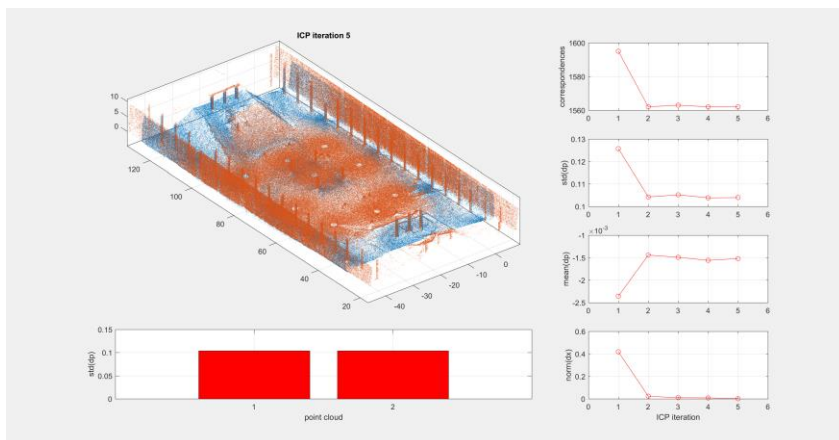


Il piano di gestione approvato prevede la movimentazione in tre fasi delle terre e rocce scavate nel cantiere all'interno dell'area della ex miniera di lignite di S. Barbara (Cavriglia – Arezzo) per finalità di ripristino ambientale.

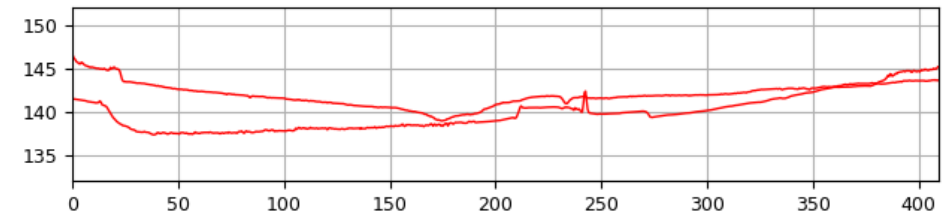
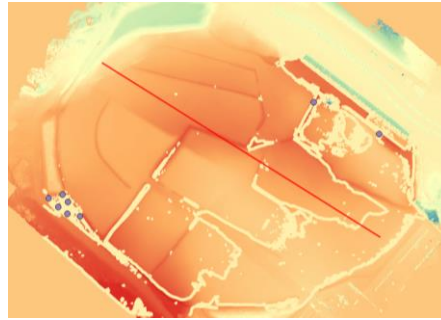
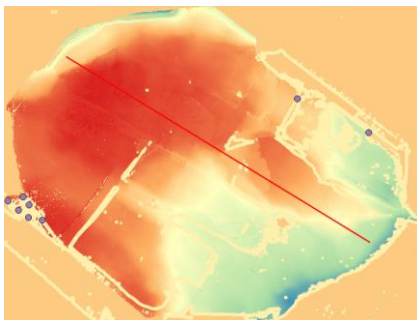
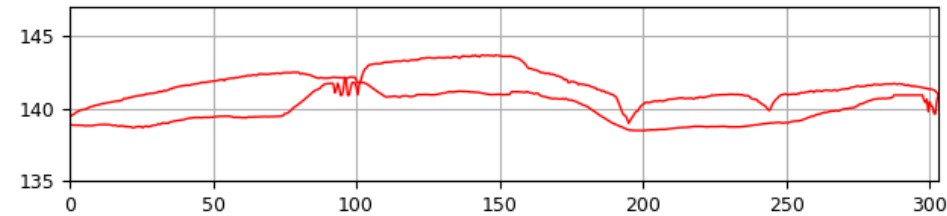
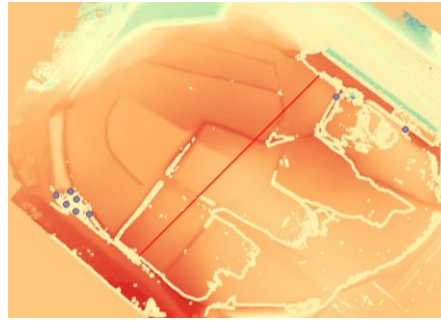
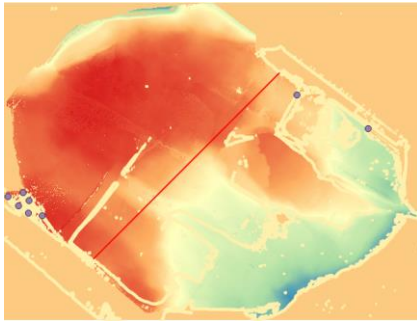
Monitoraggio terre e rocce di scavo – nuova stazione AV di Firenze



Monitoraggio
fasi #1 e #2



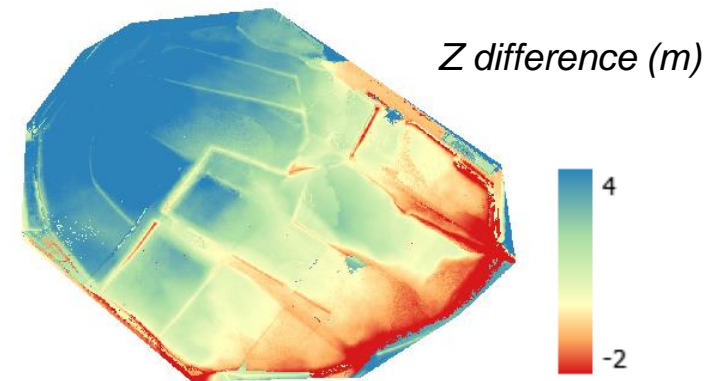
Monitoraggio terre e rocce di scavo - S. Barbara (Cavriglia - AR)



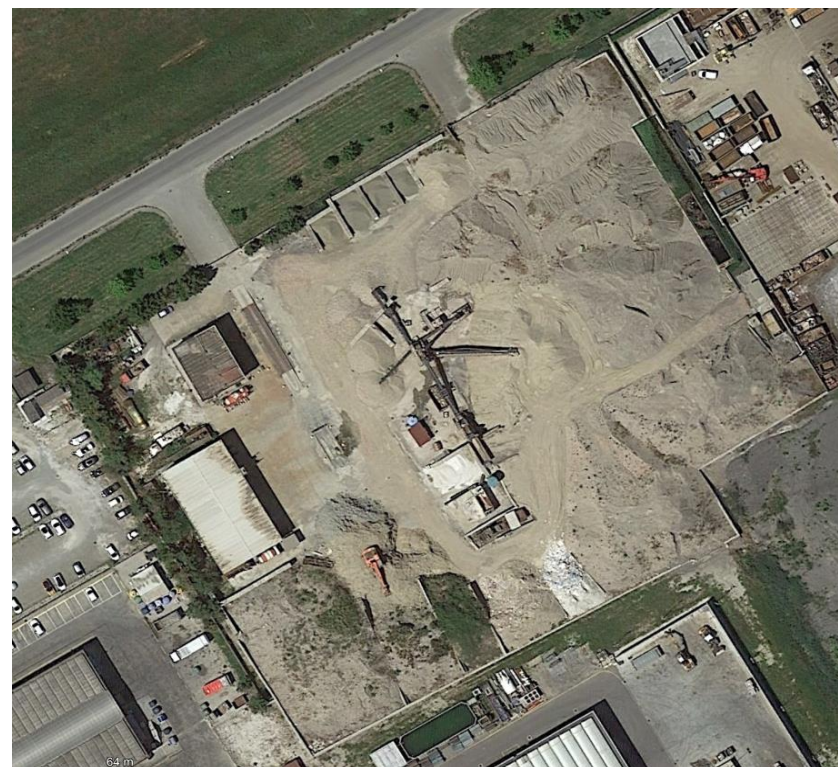
TLS terrain model

UAS terrain model

Confronto tra rilievo LiDAR terrestre (singole fasi di avanzamento) ed APS (stato iniziale e finale)

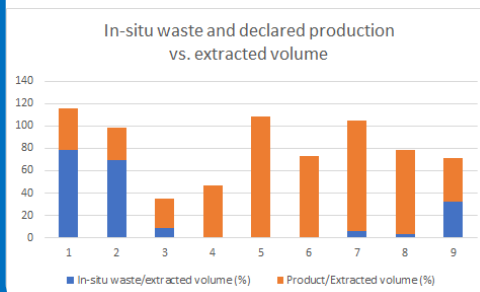
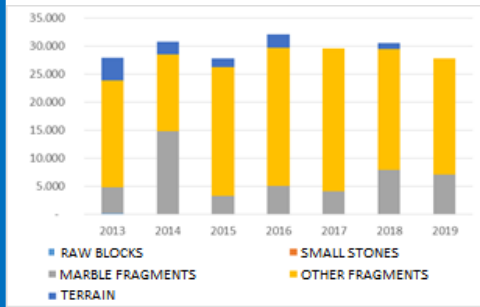
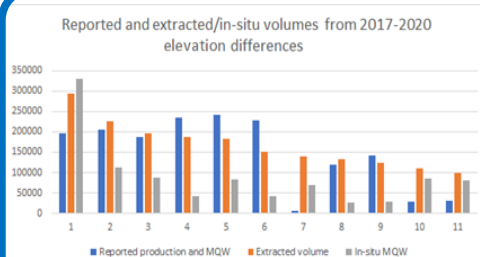
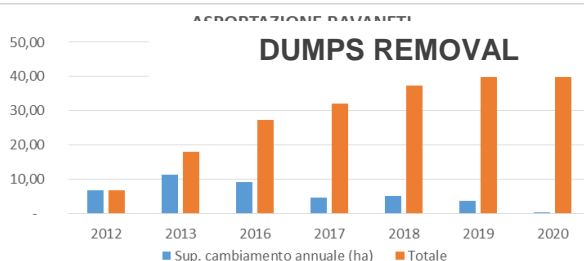
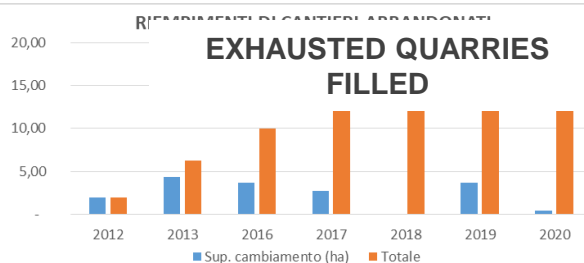
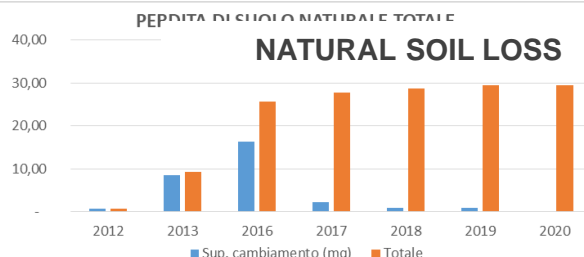


Calcolo volumetrie cumuli di inerti con contaminazione da KEU



Creazione e diffusione della conoscenza ambientale

Indicatori sperimentali di sostenibilità nelle attività estrattive



Cave campione - **indicatore di sostenibilità della gestione in situ di terre e rocce di scavo** (controllo attività e monitoraggio di piano)

Monitoraggio annuale - **valore aggiunto in riferimento ai volumi scavati** (monitoraggio di piano)

Cave campione - **indicatore di sostenibilità della gestione in situ di terre e rocce di scavo** (controllo attività e monitoraggio di piano)

Da fotointerpretazione della
copertura del suolo

Da integrazione di dati di produzione e
bilancio dei volumi estratti e riportati

Catalogazione del patrimonio informativo

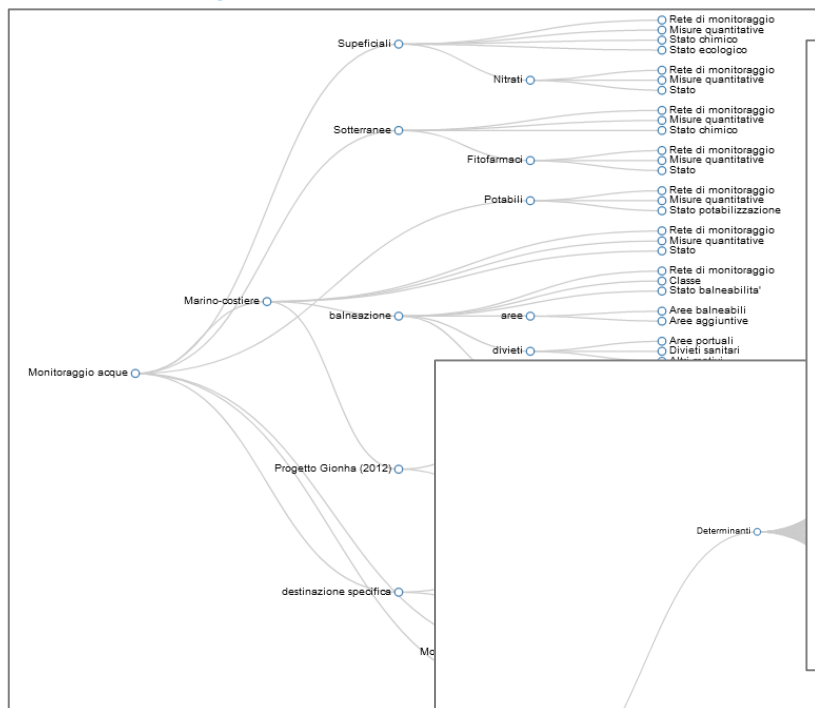
Dal 2007 i dati territoriali gestiti dal Settore SIRA vengono catalogati ai sensi della direttiva INSPIRE, ovvero attraverso metadati in formato XML che seguono lo standard ISO19139.

Nel corso degli ultimi due anni è stata avviata una iniziativa di censimento e catalogazione dell'intero patrimonio detenuto da ARPAT, con l'obiettivo di ampliare nel corso del tempo l'offerta di informazione ambientale resa disponibile al pubblico tramite le Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione (TIC) e di documentare i dati territoriali non pubblicabili a causa di precisi limiti normativi (privacy, sicurezza nazionale, segreto industriale).

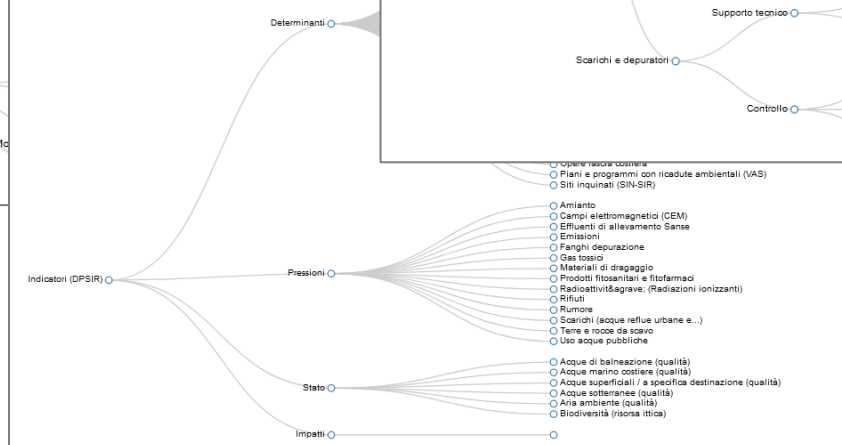
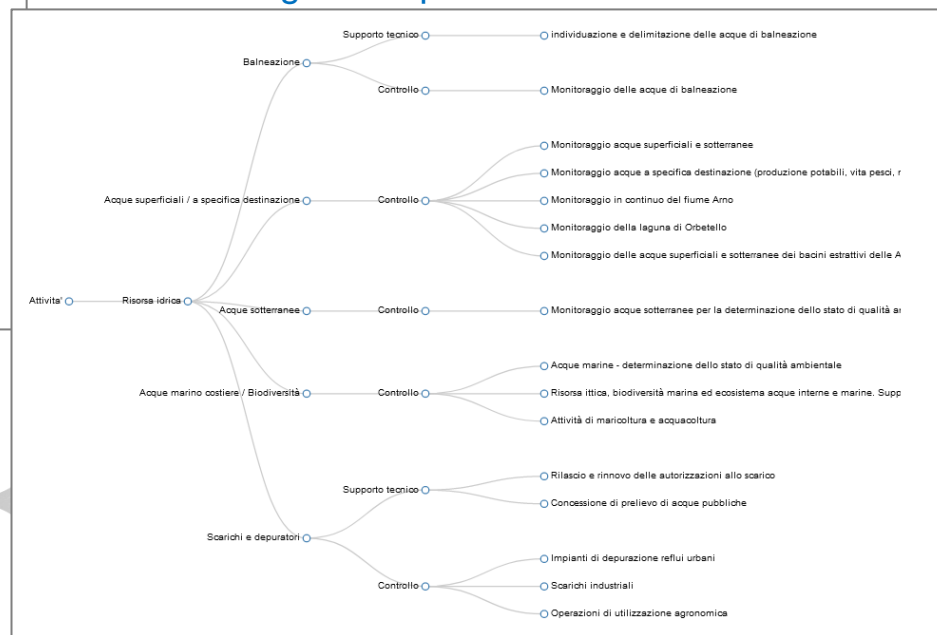
Le attività del Gruppo di lavoro agenziale proseguiranno anche nel 2023 con l'obiettivo di costruire il Catalogo dei dati ambientali detenuti da ARPAT e di realizzare nuovi sistemi di navigazione per la ricerca dell'informazione ambientale nei siti web agenziali (sito istituzionale e portale SIRA).

Catalogazione del patrimonio informativo

Catalogazione per matrice ambientale



Catalogazione per attività istituzionale



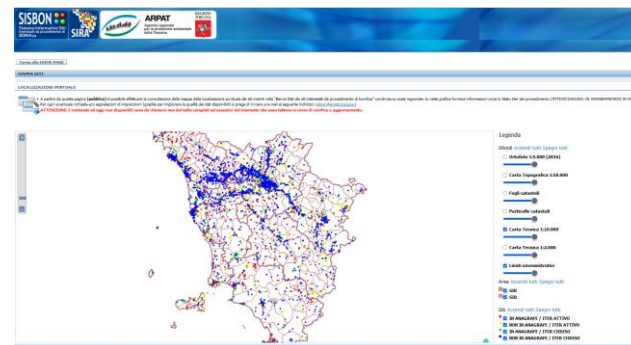
Catalogazione su modello DPSIR

Pubblicazione del patrimonio informativo (Open Data)

- Dati storici (ultimo aggiornamento: 2018)
 - Aree agricole interessate da spandimento fanghi da impianti di depurazione
 - Impianti di gestione dei rifiuti
- Dati aggiornati a cadenza regolare
 - Comunicazioni detentori di apparecchiature contenenti PCB per provincia
 - Siti interessati da procedimento di bonifica (sistema informativo SisBON)
 - Aziende a rischio di incidente rilevante
 - Centrali geotermiche
 - Centrali a biomassa
 - Depuratori
- Dati in corso di pubblicazione
 - aziende soggette ad Autorizzazione Ambientale Integrata (AIA)
 - monitoraggi del Progetto Speciale Cave (2016-2020)



Portale SIRA – suolo



Siti interessati da procedimento di bonifica (mappa)

Pubblicazione di indicatori ambientali

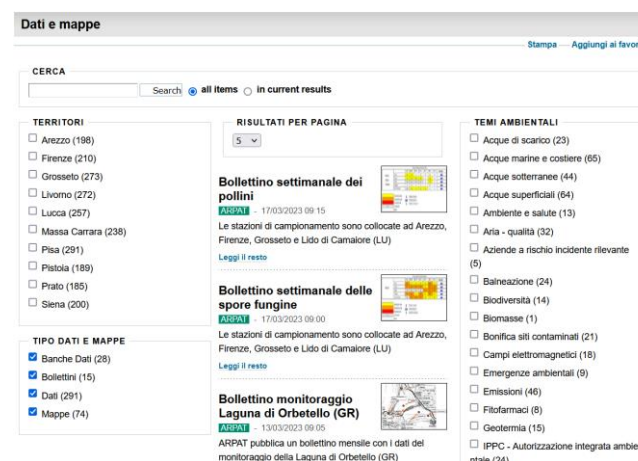
- Annuario dei dati ambientali
 - Aggiornamento annuale
 - Raccolta degli indicatori e pubblicazione a cura del **Settore Comunicazione, Informazione e Documentazione di ARPAT**
 - Contiene gli indicatori definiti nel *core set* dei dati nazionali
 - Dati accessibili secondo due distinte modalità:
 - QR code dalle pagine della pubblicazione in formato digitale
 - Sezione Dati e mappe del sito web istituzionale

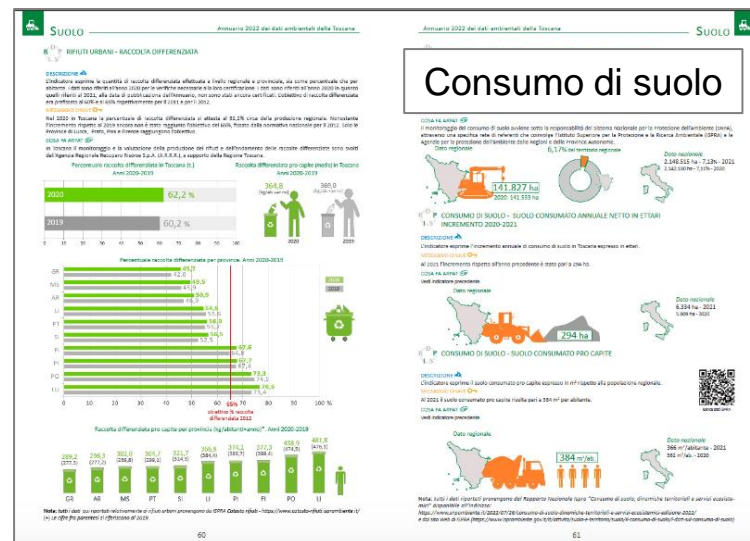
(<https://www.arpat.toscana.it/datiemappe/>)

<https://www.arpat.toscana.it/annuario>



Pubblicazione digitale



[illegible]

Progetti in corso

Ampliamento delle capacità di monitoraggio

Acquisizioni previste per l'anno in corso:

- Servizio di **fornitura di riprese satellitari** ad altissima risoluzione a supporto del monitoraggio ambientale (cave, discariche, cantieri di grandi opere, impianti di gestione di rifiuti, abbandoni di rifiuti)
- **GPS** RTK + servizio di training-on-the-job (su fondi propri e da progetto nazionale 'Mirror Copernicus')
- **UAS** (RGB) + **Mission Planner** + servizio di formazione piloti per scenari A2 e training-on-the-job
- Messa in produzione di un cloud di calcolo agenziale per la protezione dei dati da rilievo coperti da segreto istruttorio

Progetto Nazionale 'Mirror Copernicus'

Partecipazione alla fase di progettazione dei requisiti dei servizi per le matrici AMBIENTE MARINO e SUOLO e per le attività di *intelligence* ambientale

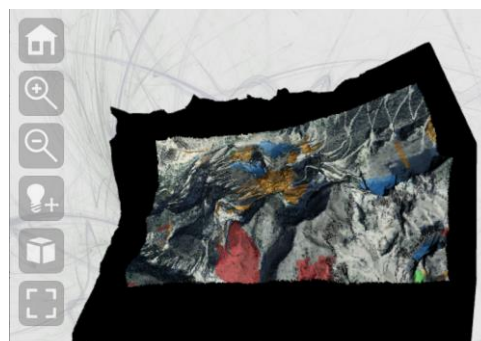
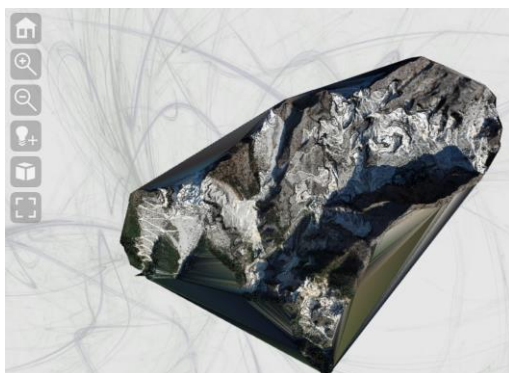
In attesa di stipula della convenzione, a seguito della quale verrà programmato l'acquisto di n. 2 UAS con sensore LiDAR e multispettrale.



Condivisione di dati 3D

Condivisione tramite applicativi web di semplici strumenti di consultazione di modelli 3D (nuvole di punti, mesh e sezioni) ottenuti da rilievo con LiDAR terrestre o UAS con il personale incaricato delle attività di vigilanza e ispezione

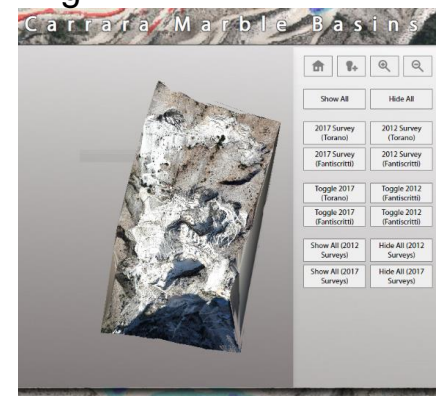
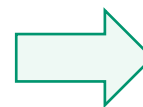
Natural Color



Land Cover Changes



- Natural Soil Loss
- Dump removal
- Quarry refilling



Multiple models

- Extracted volumes
- New dumps

Ristrutturazione portale SIRA e servizi INSPIRE

- Aggiornamento delle **pagine di consultazione** e di ricerca nel catalogo dei dati territoriali
- Aggiornamento delle **librerie di mapping dinamico**
- Messa in produzione dei servizi INSPIRE sperimentali per la catalogazione (**CSW**) e per l'accesso ai dati geografici (**WFS**)
- Integrazione del servizio di catalogo con il servizio **CSW RDNT**
- Realizzazione del servizio INSPIRE di pubblicazione di mappe dinamiche (**WMS**)

Grazie per l'attenzione

Il gruppo di lavoro sulle attività di *Earth Observation* del
Progetto Speciale Cave del Sistema Informativo Regionale
Ambientale della Toscana

Ing. Cinzia Licciardello
Dott. Phd. Antonio Di Marco
Dott. Phd Diego Palazzuoli
Dott.ssa Stefania Biagini
Dott. Khalil Tayeh

Pubblicazioni scientifiche sugli argomenti trattati

<https://sira.arpat.toscana.it/sira/info.php>