

Utilizzo di layer CLMS nella validazione della Carta del Consumo di Suolo in Toscana

Ing. Cinzia Licciardello

VISIONI DAL CIELO

Crescere e imparare con CLMS

Carta Nazionale del Consumo di Suolo – attività ARPAT

Premessa

- Arpat partecipa, nell'ambito delle attività del Sistema delle Agenzie, alle attività di fotointerpretazione di riprese ad alta e altissima risoluzione finalizzate all'aggiornamento annuale della Carta Nazionale del Consumo di Suolo per il territorio toscano.

Attività

- Confronto e addestramento sulle nuove regole
- Suddivisione delle attività tra i fotointerpreti (2-3 nel periodo 2024-2026)
- Fotointerpretazione
- Testing e confronto con il coordinamento tecnico delle attività (ISPRA)

Attività svolte e dataset utilizzati – trend 2024-2026

Attività (criticità)

- Incremento delle aree oggetto di fotointerpretazione
- Riduzione delle risorse interne (2 fotointerpreti nel 2026)
- Compressione dei tempi di consegna

Dataset: qualità e disponibilità (opportunità)

- Incremento della disponibilità di layer ad altissima risoluzione (Pléiades/Planet)
- Importante incremento della qualità delle maschere dei potenziali cambiamenti (nuovo consumo e rinaturalizzazioni)

Soluzioni organizzative (2026)

Priorità

- Fotointerpretazione del nuovo consumo
- Maggiore ricorso alle maschere dei potenziali cambiamenti

Criticità

- Qualità dei dati pregressi (omissioni e commissioni)

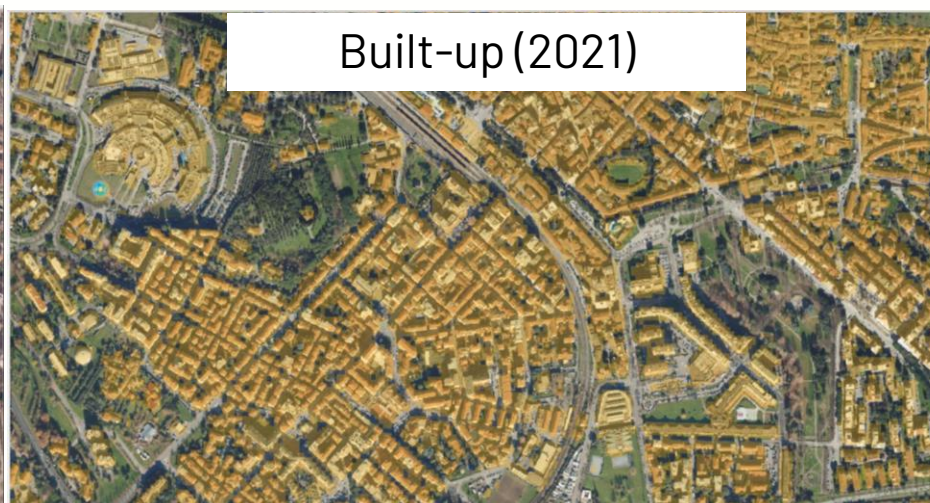
Soluzioni (dal 2026)

- Verifica dell'usabilità dei layer CLMS per la validazione e il miglioramento della Carta del Consumo di Suolo con le seguenti finalità:
 1. Verifica del dato fotointerpretato (nuovo consumo)
 2. Ricerca omissioni e commissioni dati pregressi
 3. Miglioramento della qualità locale del dato per la costruzione di dataset di addestramento per modelli GeoAI (*in progress*)

CLMS portfolio – dataset di interesse

Layer	Risoluzione		Utilizzo potenziale
	Spaziale	Temporale	
Imperviousness density/change (HRL)	Raster 10m	2006-2021 (triennale)	QA Aree artificiali (suolo consumato)
Imperviousness built up/change (HRL)	Raster 10m	2018-2021 (triennale)	QA Aree artificiali (edifici)
Global Land Cover (beta status)	Raster 10m	2020-2026 (annuale)	Solo 2020 disponibile (beta)
Urban Atlas – LC/LU + Streets Tree (Priority Mapping)	Vector 10m	2006-2021 (triennale dal 2018)	Dettaglio per città con popolazione > 50.000 abitanti – verde urbano e copertura/uso del suolo (valutazione su città capoluogo di provincia)
Riparian zones LC/LU (Priority Mapping)	Raster 10m	2012 e 2018 (6 anni)	QA Aree naturali (suolo non consumato)
Layer Tree Cover and Forests/change (HRL)	Raster 10m	2006-2021 (triennale)	
Croplands (HRL)	Raster 10m	2017-2023 (annuale)	
Grasslands (HRL)	Raster 10m	2017-2023 (annuale)	
Small Landscape Features	Raster 5m	2015-2021 (triennale)	

CLMS portfolio – dataset di interesse



Urban Atlas
(capoluoghi):

AREZZO
FIRENZE
GROSSETO
LIVORNO
LUCCA
MASSA
PISA
PISTOIA
PRATO
SIENA

CLMS portfolio – HRL Layers (Raster)

High Resolution Satellite Images

- Sentinel-1, Sentinel-2

Dati ausiliari

- Dati *in situ*

Minimum Mapping Unit (MMU)

- | | |
|------------------------|---|
| • Imperviousness | NDVI |
| • Forest | Sentinel-2, Landsat 8 |
| • Grassland | dati satellitari multitemporali e multispettrali ad alta risoluzione, dati ausiliari |
| • Water & Wetness | Sentinel-2A, Sentinel-1A, Landsat 5,6,7,8 imNDWI, NDWI, NDVI, dati ausiliari |
| • Small Woody Features | dati satellitari multitemporali e multispettrali ad alta risoluzione, dati ausiliari |

CLMS portfolio – Priority Layers (Urban Atlas) (Vector)

VHR Satellite Images

- Pleiades-1A/1B, SuperView-1, WorldView-2, WorldView-3, Kompsat-3/3°, GeoEye-1, SPOT-6/7, Geosat-2, SuperView-2, Vision-1, TripleSat (resolution 2 or 4 meters) within predefined windows (vegetation season in 2020, 2021 and 2022)

Dati ausiliari

- OpenStreet Map, TomTom®, CLCplus Backbone 2021, HRL Imperviousness density

Minimum Mapping Unit (MMU)

- 19 classi urbane (MMU = 0.25 ha = 50x50m)
- 10 classi rurali (MMU = 1 ha = 100x100m)
- Street Tree Layer (STL – dal 2012) (MMU = 0,05 ha ~22x22m per filari o macchie di alberi)
- Larghezza minima di mappatura: **10m**

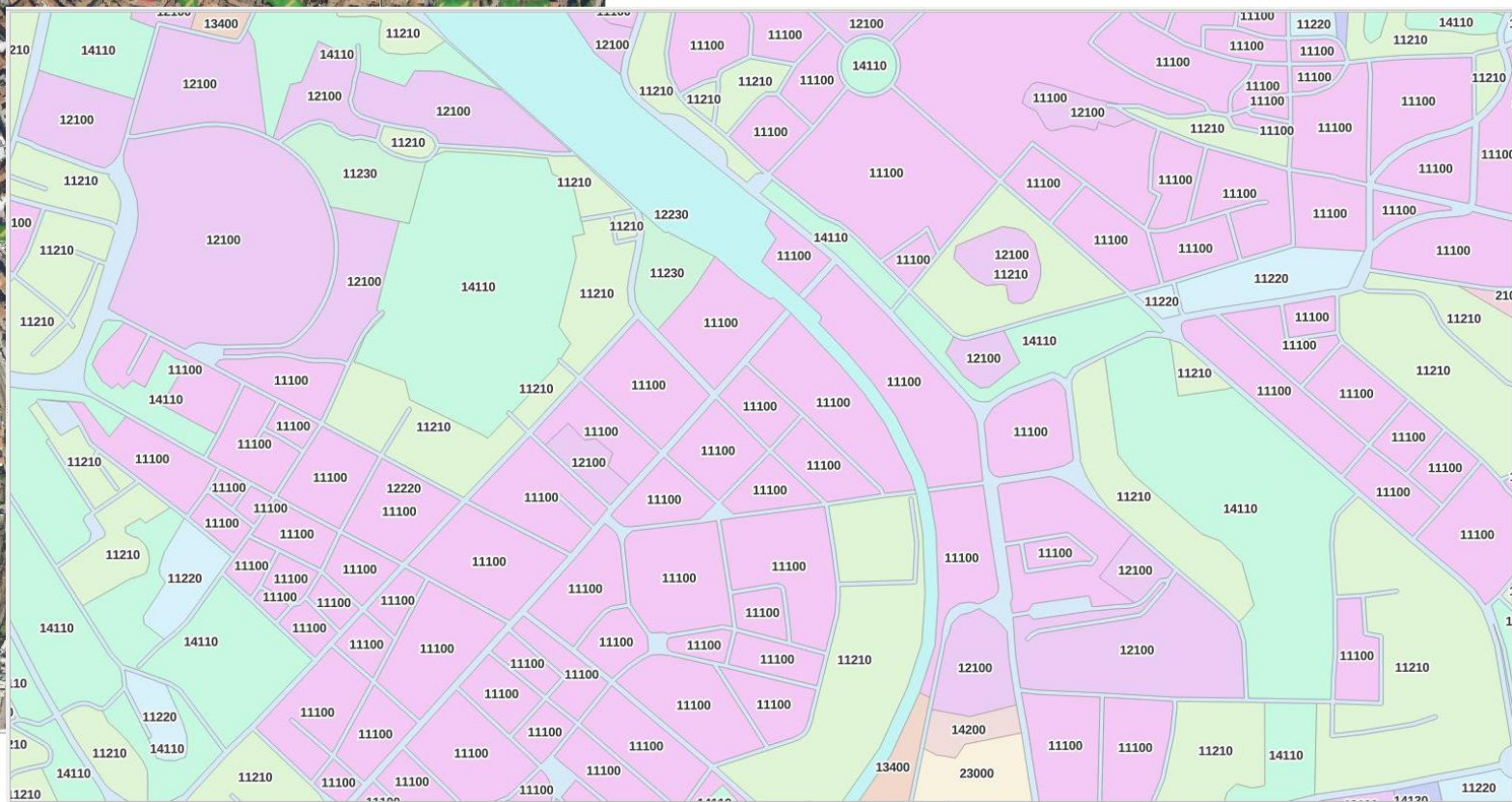
Copertura regionale

- **AREZZO, FIRENZE, GROSSETO, LIVORNO, LUCCA, MASSA, PISA, PISTOIA, PRATO, SIENA**

CLMS portfolio – Urban Atlas

Street Tree Layer (STL)

Land Cover/Use (LCU)



CLMS portfolio – Urban Atlas Mapping

Suolo consumato

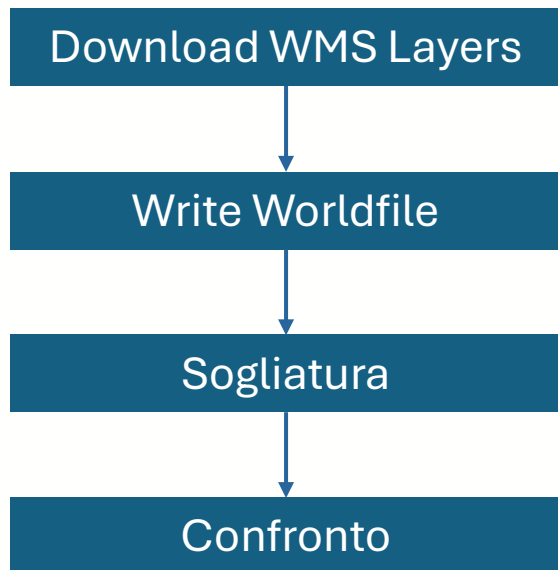
Classe LCU	Descrizione
11100	Continuous urban fabric (S.L. : > 80%)
11210	Discontinuous dense urban fabric (S.L. : 50% - 80%)
11220	Discontinuous medium density urban fabric (S.L. : 30% - 50%)
11230	Discontinuous low density urban fabric (S.L. : 10% - 30%)
11240	Discontinuous very low density urban fabric (S.L. : < 10%)
12100	Industrial, commercial, public, military and private units
12220	Other roads and associated land

Suolo non consumato

Classe LCU	Descrizione
13400	Land without current use
14110	Green urban areas (Public access)
14130	Green urban areas (Unknown access conditions)
14200	Sports and leisure facilities
21000	Arable land (annual crops)
23000	Pastures

Imperviousness - assessment (2021)

EPSG:3035
WMS version: 1.1.1



Consumo > 0 → NC
Consumo ≤ 0 → C
Imperviousness > Soglia (0-90)

Imperviousness 70%

	Consumato (imperviousness)	Non Consumato (imperviousness)
Consumato (carta nazionale)	610.980	22.897
Non Consumato (reale)	677.628	1.315.907

Consumato

- Precisione **0.98**

Non consumato

- Precisione **0.47**

Accuratezza: 0.73

Kappa Score: 0.4614

Imperviousness 50%

	Consumato (imperviousness)	Non Consumato (imperviousness)
Consumato (carta nazionale)	566.383	67.494
Non Consumato (reale)	368.025	1.625.510

Consumato

- Precisione **0.96**

Non consumato

- Precisione **0.61**

Accuratezza: 0.83

Kappa Score: 0.6102

Imperviousness 30%

	Consumato (imperviousness)	Non Consumato (imperviousness)
Consumato (carta nazionale)	509.814	124.063
Non Consumato (reale)	203.166	1.790.369

Consumato

- Precisione **0.94**

Non consumato

- Precisione **0.72**

Accuratezza: 0.88

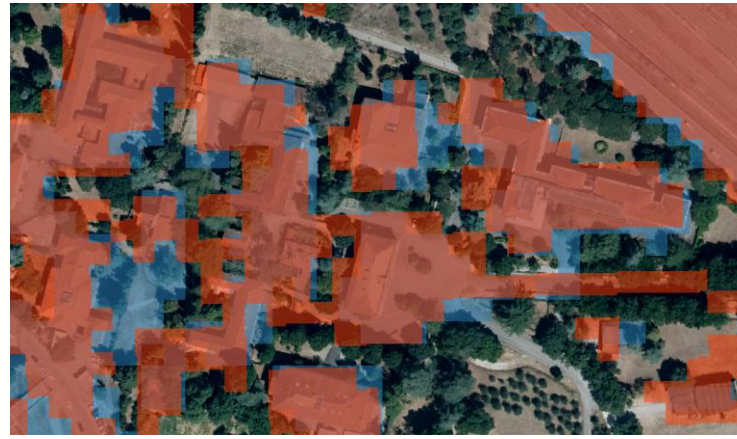
Kappa Score: 0.6737

Imperviousness – sogliatura ottimale (2021)

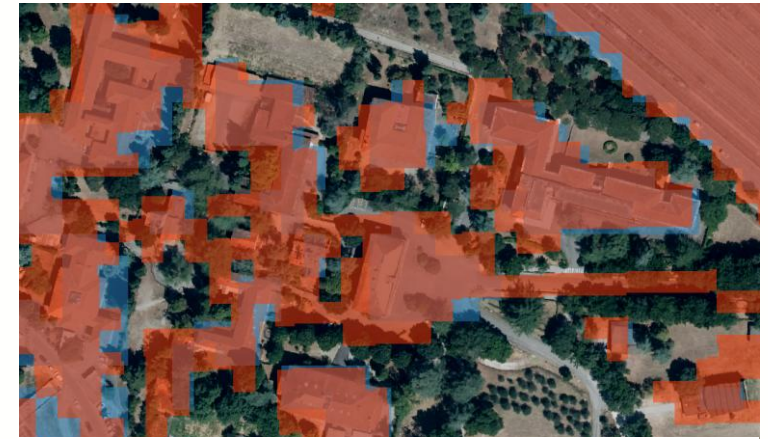
L'interpretazione dei livelli di Imperviousness > 30% come suolo consumato garantisce una buona accuratezza limitando al contempo i falsi positivi

La soglia al 50% appare però comportarsi meglio nelle zone di transizione (verde urbano)

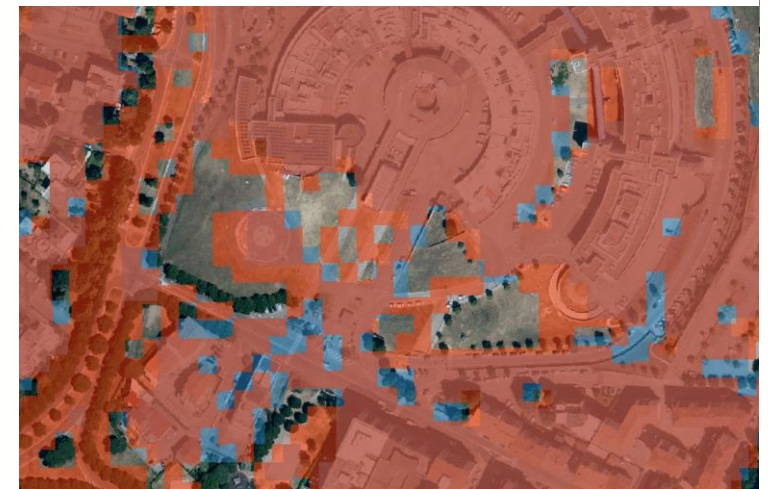
Opportunità di miglioramento:
diminuire la soglia al 30% e utilizzare il dataset Urban Atlas per il filtraggio del verde urbano (**STL = Street Tree Layer**)



■ Imperviousness > 30% ■ Consumo di suolo



■ Imperviousness > 50% ■ Consumo di suolo



Imperviousness – sogliatura ottimale (2021)

Tra il dataset Imperviousness e il dataset del consumo di suolo permangono comunque situazioni per le quali non è possibile stabilire una corrispondenza 1:1 (esempio: specchi d'acqua artificiali)

Le soglie al 30% e al 50% consentono una migliore ridefinizione delle sedi stradali; la soglia al 70% lascia alcune aree scoperte

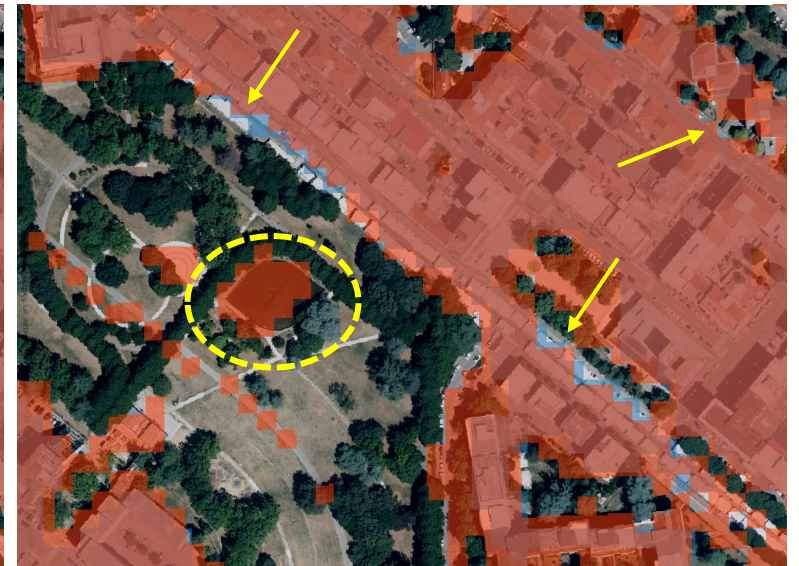
■ Imperviousness > 30% ■ Consumo di suolo



■ Imperviousness > 50% ■ Consumo di suolo

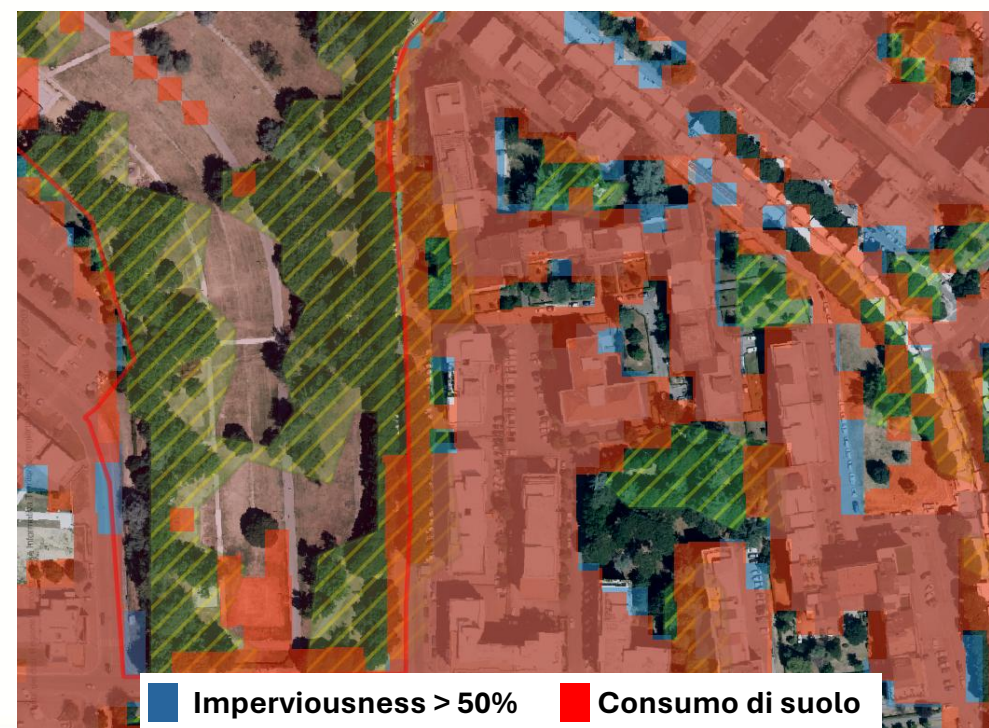
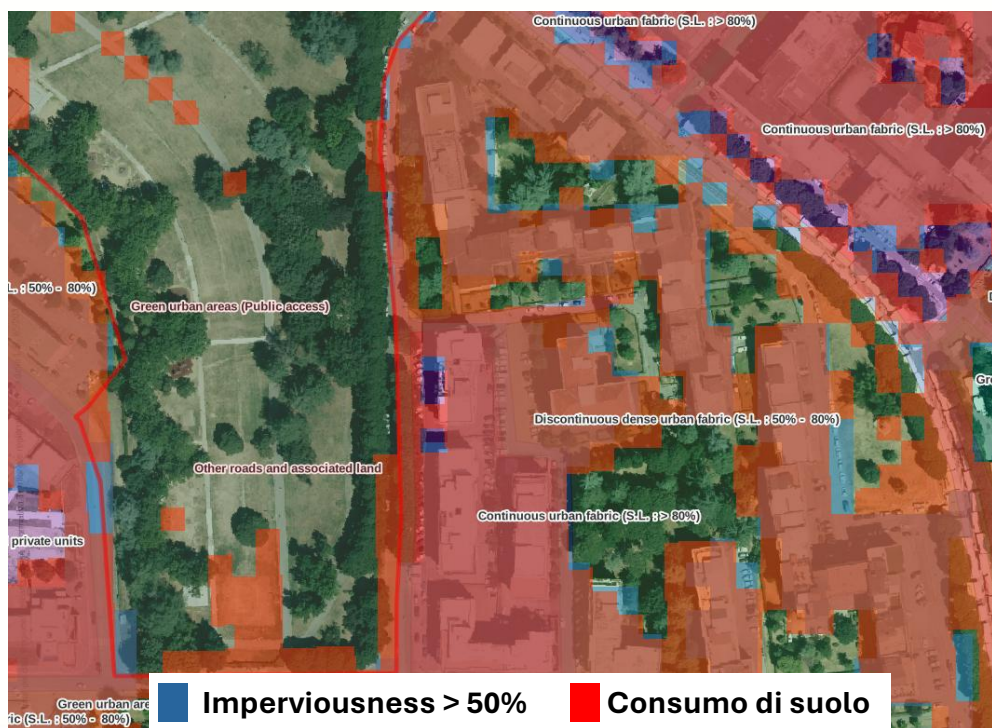


■ Imperviousness > 70% ■ Consumo di suolo



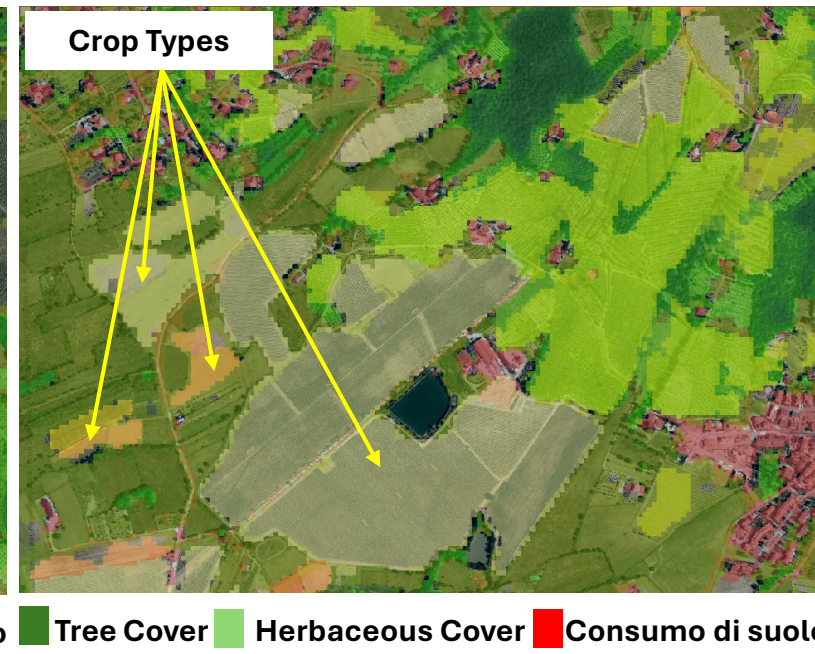
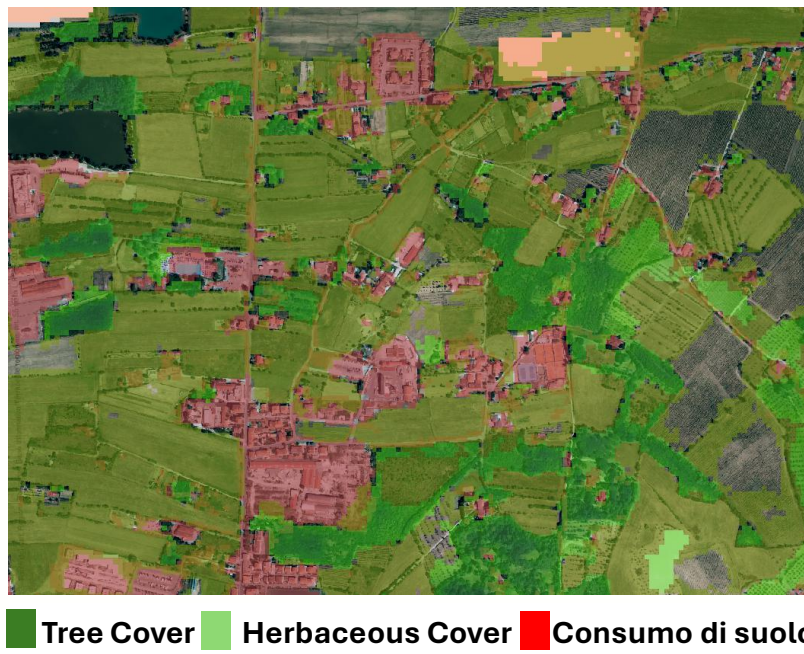
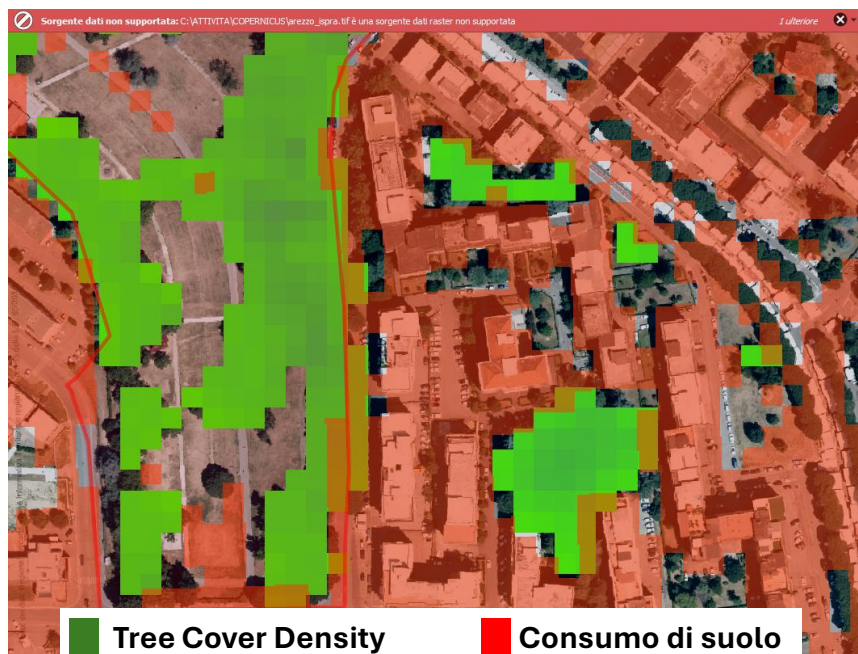
Priority dataset – Urban Atlas, LCU vs. STL

Land Cover/Land Use: il livello di aggregazione delle geometrie è troppo elevato per poter discriminare in modo preciso il verde urbano. Il dataset **Street Tree Layer**, pur con qualche lieve imprecisione, può essere utilizzato per il controllo retrospettivo della Carta del Consumo di Suolo



HRL layers – Croplands and Grasslands

A motivo della rilevanza per la gestione della PAC queste tipologie di dataset (**Tree Cover Density**, **Herbaceous Cover**, **Crop Types** ed altri) vengono elaborati annualmente; di conseguenza, possono essere utilizzati per una verifica speditiva delle aree naturali della Carta del Consumo di Suolo in ambiente extraurbano. Il dataset **TreeCoverDensity** è utilizzabile anche in ambito urbano.



HRL layers – Croplands and Grasslands

Consumo di suolo - Falsi positivi



Tree Cover Herbaceous Cover Consumo di suolo



Consumo di suolo Built-up

Conclusioni

- Il dataset **Imperviousness Density (IMD)** a 10m consente di migliorare la precisione della Carta Nazionale del Consumo di Suolo nelle date di disponibilità (2018 e 2021 al momento) attraverso un'analisi retrospettiva
- Nelle città capoluogo per le quali è disponibile la collezione Urban Atlas, il dataset **Street Tree Layer (STL)** può essere utilizzato per migliorare la perimetrazione delle aree a verde urbano nelle date di disponibilità (2012 e 2018)
- I dataset della collezione Croplands and Grasslands (in particolare i dataset **Tree Cover Density, Herbaceous Cover, Crop Types**), disponibili annualmente, possono essere utilizzati al di fuori dei contesti urbani per verificare la presenza di eventuali falsi positivi presenti nella Carta del Consumo di Suolo (aree a suolo nudo) per l'anno in corso
- Il dataset **Built-up** può essere utilizzato in ambito extraurbano per migliorare la definizione dell'edificato rado
- La risoluzione temporale dei dataset, perlopiù triennale, li rende idonei più per attività di correzione *ex post* che per le attività di fotointerpretazione per l'anno corrente

GRAZIE

VISIONI DAL CIELO

Crescere e imparare con CLMS