



Il futuro dell'agricoltura montana

La foresta rinasce e diventa protagonista dell'agricoltura sostenibile

27 giugno 2022 Porretta Terme (Bologna)

Convegno conclusivo

Castagni Parlanti

Nuove tecniche di monitoraggio del bilancio del carbonio e dello stato di salute del castagneto da legno e da frutto



www.castagniparlanti.it

Tecniche di monitoraggio a basso costo *in situ* Il risultato della sperimentazione



Prof. Federico Magnani

Alma Mater Studiorum Università di Bologna



Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014 - 2020 – Tipo di operazione 16.1.01 - Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: "produttività e sostenibilità dell'agricoltura" – Focus Area 5E – Progetto n. 5111733

La castanicoltura

A cavallo fra frutticoltura e selvicoltura

- ❑ Come alcune altre specie di interesse (ciliegio, noce...) il castagno è caratterizzato da una duplice attitudine da frutto e da legno
- ❑ Utilizzato in origine per la produzione di legno, dal Medioevo è stato ampiamente diffuso per la produzione di frutto
- ❑ L'abbandono ha portato alla diffusione di boschi di castagno (o con prevalenza di castagno) molto importanti nel panorama forestale di diverse Regioni (a differenza delle altre specie, 'latifoglie nobili')
- ❑ La gestione del castagneto da frutto (vera e propria frutticoltura di montagna) e del bosco di castagno differiscono notevolmente
- ❑ Per questo norme di gestione diverse sono previste nella normativa nazionale e regionale

Il problema

Recupero del castagneto all'attualità di coltura

- ❑ La superficie di castagneto in attualità di coltura si è fortemente ridotta negli ultimi decenni
- ❑ In assenza di cure colturali (ripuliture, potature) il castagneto viene invaso da altre specie e si trasforma in bosco misto, soggetto alle norme del Regolamento Forestale
- ❑ Di fronte al rinnovato interesse per la coltivazione del castagno da frutto, si pone oggi il problema di come recuperarlo in maniera semplice all'attualità di coltura
- ❑ Occorre cogliere l'opportunità offerta dalle norme contenute nel Regolamento forestale (Art. 30)



Vincoli e necessità nel recupero in una matrice forestale

- ❑ L'Art. 30 del Regolamento Forestale permette il recupero del castagneto su piccole superfici (500 m²) senza particolari vincoli per l'eliminazione delle altre specie e del sottobosco
- ❑ Le piante di castagno si trovano immerse in una matrice di piante più alte, col rischio di essere ombreggiate e deperire

Necessità:

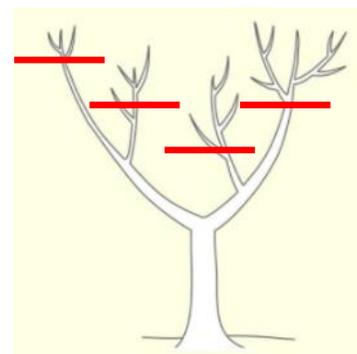
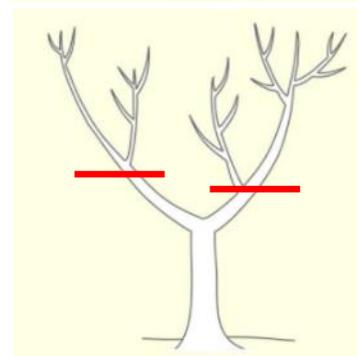
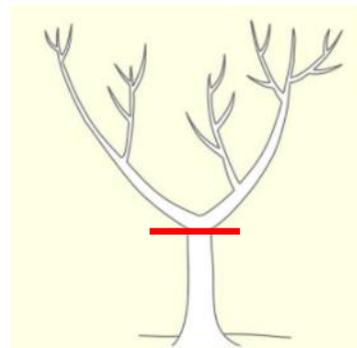
- ❑ Potatura alta che (i) stimoli lo sviluppo di una chioma espansa e (ii) eviti l'ombreggiamento da parte del bosco circostante
- ❑ Ridurre i costi (bassissimi nella capitozzatura, alti con *tree climbers* e una potatura accurata)
- ❑ Valutare gli effetti su uso dell'acqua, crescita e fissazione di carbonio



Tipologie di recupero previste

Tipologie di recupero previste:

- Potatura forte:** capitozzatura (da terra, costi bassissimi)
- Potatura intermedia:** al primo ordine di ramificazione (*tree climber*, costi bassi)
- Potatura leggera:** al secondo ordine di ramificazione (*tree climber*, costi intermedi)
- Controllo** (non potate)



Il progetto

- **DURATA:** Settembre 2019 – Marzo 2022
- **BUDGET:** 181,848,72 euro finanziati al 100% (eccetto formazione)





**Fondo Europeo Agricolo
Per lo Sviluppo Rurale:**
L'Europa investe
nelle zone rurali



Misura 16 - Tipo di operazione 16.1.01 "Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: Produttività e sostenibilità dell'agricoltura", Sottomisura 16.1 "Sostegno per la costituzione e la gestione dei gruppi operativi PEI in materia di produttività e sostenibilità dell'agricoltura".

Focus Area 5E: Promuovere la conservazione e il sequestro di carbonio nel settore agricolo e forestale.

Titolo Piano: Nuove tecniche di monitoraggio del bilancio del carbonio e dello stato di salute del castagneto da legno e da frutto
- **Castagni Parlanti** -

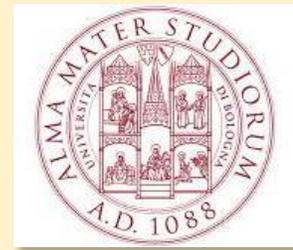
(Progetto n. 5111733).



Il team



Partner



Collaborazioni



Il progetto Castagni Parlanti: obiettivi

- 🌳 **Messa a punto di metodologie smart e a basso costo** per:
 - il rilevamento diffuso della funzionalità e crescita delle piante, praticamente applicabile dai castanicoltori anche per il monitoraggio dello stato di salute in risposta ad interventi e variazioni ambientali;
 - il monitoraggio degli effetti di diverse metodologie di recupero del castagneto all'attualità di coltura, e per la valutazione dell'impronta ecologica di tali interventi (fissazione e sequestro di Carbonio, uso dell'acqua, copertura del suolo...);
 - GIS di Land Suitability per l'individuazione delle micro-aree (< 500 mq) vocate al recupero all'attualità di coltura, nel contesto di una matrice forestale (Art. 30 Regolamento forestale Emilia-Romagna);
- 🌳 **Valutare l'impronta ecologica delle diverse modalità di recupero del castagneto** all'attualità di coltura, in termini di fissazione e sequestro del carbonio nel sistema suolo-pianta, di uso dell'acqua e di copertura del suolo.
- 🌳 **«Citizen science»:** sensibilizzare i cittadini sulle specifiche tematiche ambientali, le metodologie descritte;
- 🌳 **Formazione, diffusione di know-how:** formare i castanicoltori all'uso delle metodologie descritte attraverso corsi di formazione tecnico-pratici da realizzare in Regione

Una sede ideale

Il castagneto didattico-dimostrativo della Fondazione Cassa di Risparmio di Bologna, gestito dal punto di vista scientifico dall'Accademia Nazionale di Agricoltura



FONDAZIONE CASSA DI RISPARMIO IN BOLOGNA

Valorizzazione estetico-ricreativa del castagneto

Gli interventi di potatura e diradamento realizzati in questa parcella sperimentale sono volti alla realizzazione di un vero e proprio giardino forestale, esaltandone la funzione estetico-ricreativa. La valorizzazione della castanicoltura può oggi puntare al valore turistico dei boschi appenninici, anziché alla produzione.

Il castagneto racconta
Alla scoperta della storia della castanicoltura

Grazie ai suoi lunghissimi cicli vitali, il bosco conserva traccia vivente di tutte le vicende che lo hanno segnato e le sa rivelare ad occhi attenti.

Obiettivo del percorso didattico è spingere il visitatore ad interrogare la natura, in un appassionante gioco a enigmi alla scoperta della storia della castanicoltura e del nostro Appennino nel corso dell'ultimo secolo.

Castagneto sperimentale da legno di qualità

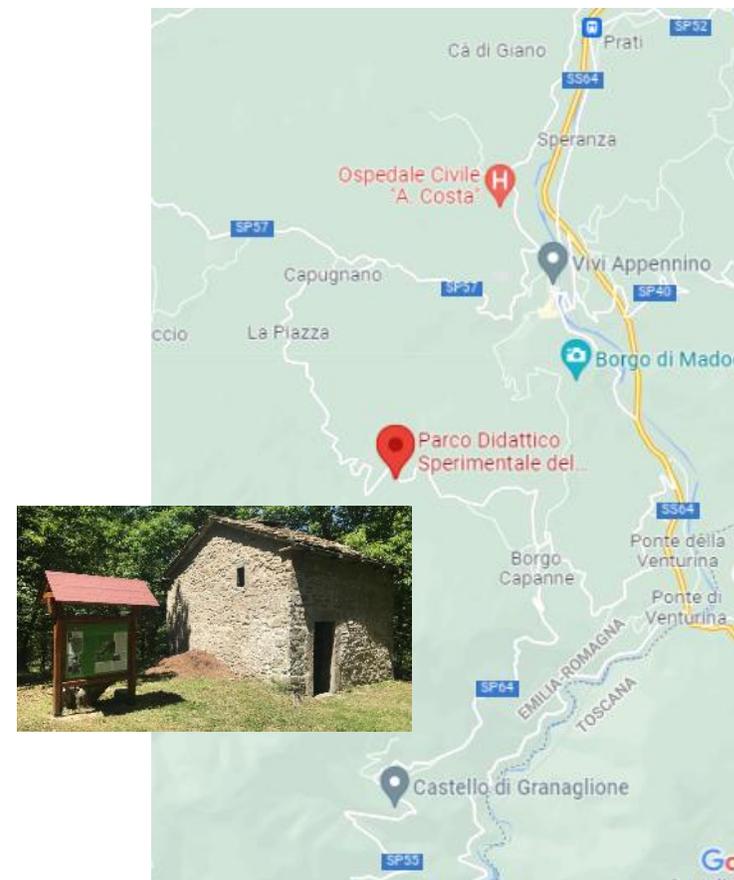
Il legname di castagno è molto apprezzato dall'industria del mobile. E' stato realizzato per questo un impianto specializzato da legno con cultivar selezionate (Peticaccio, Politora, Cardaccio, Mozza e Mondistollo) esenti dal difetto della "cipollatura". Si tratta di un vero "frutteto da legno", che grazie alla rapida crescita giovanile arriverà in pochi anni a richiudere la copertura.

Il recupero del castagneto da frutto

In prossimità del centro di accoglienza il castagneto da frutto impiantato all'inizio del '900 ed abbandonato da alcuni decenni è stato recuperato con finalità produttive e quale testimonianza storica della castanicoltura tradizionale.

Castagneto da frutto sperimentale

La valorizzazione del castagneto per la produzione di frutti di qualità prevede l'innesto con cultivar selezionate e la applicazione delle più moderne tecniche di frutticoltura. Questi sono i criteri adottati nel nuovo impianto da frutto in via di realizzazione, che costituirà inoltre una preziosa collezione delle principali cultivar dell'Appennino bolognese.



Le Azioni

2

STUDI NECESSARI ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO

Saranno condotti sopralluoghi ed analisi preliminari per **individuare 4 profili e 20 campioni di suolo** dal punto di vista delle proprietà fisico – chimiche, biologiche e biochimiche, stock di C organico e nutritivi, indici di qualità funzionale del suolo.

3

INSTALLAZIONE APPARECCHIATURE E TEST

In ognuna delle 4 aree identificate nella Azione 2 saranno installati i **TreeTalker®** su 48 alberi: tre quarti ripartiti su tre tipi di potature diverse, un quarto non sottoposti a potature.

4

PORTALE WEB E APP

Grazie a una app gratuita, **docenti, studenti, cittadini possono «adottare» un castagno selezionandolo dalla mappa**, e seguirne lo stato di salute giorno per giorno. Ogni castagno ha il suo nome, quindi **visitando il Castagneto sarà possibile «incontrarlo» di persona**.

5

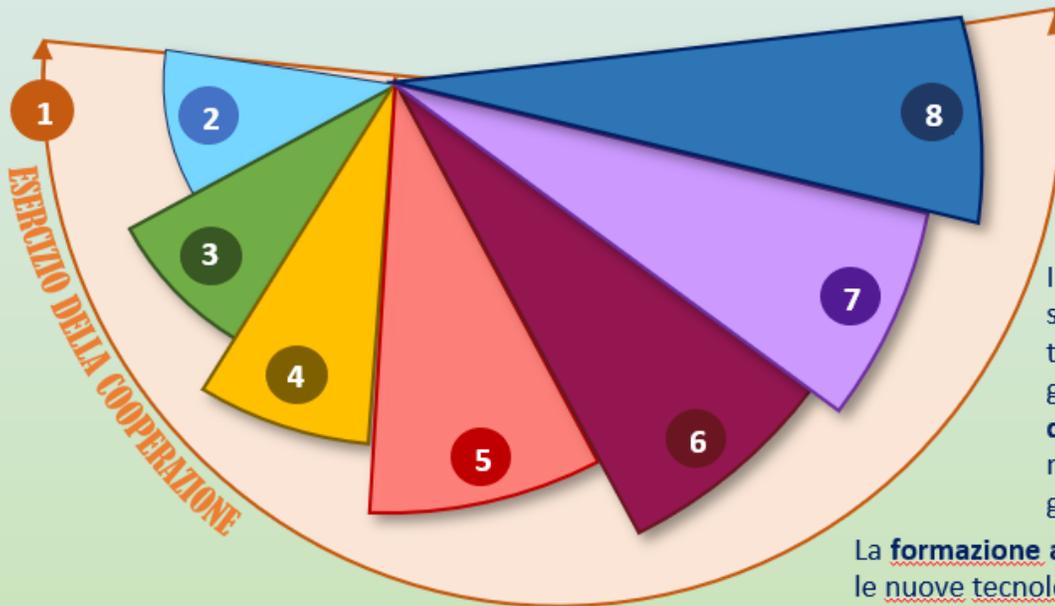
MONITORAGGIO ED ELABORAZIONE DATI

I dati trasmessi ogni ora dai castagni saranno integrati con i dati climatici ed **elaborati con computer e software di ultima generazione** (analisi statistiche più metodi basati sull'intelligenza artificiale come il machine learning). Identificheremo i fattori più importanti nel determinare lo stato di salute ed i relativi valori soglia (indici di allerta precoce).

6

STIMA DEGLI EFFETTI SUL SUOLO (SEQUESTRO DI CARBONIO)

Si effettuerà il monitoraggio delle variazioni, in risposta alle azioni di recupero all'attualità di coltura, della qualità della sostanza organica del suolo, del suo contenuto di **Carbonio** e delle emissioni di CO2 in atmosfera.



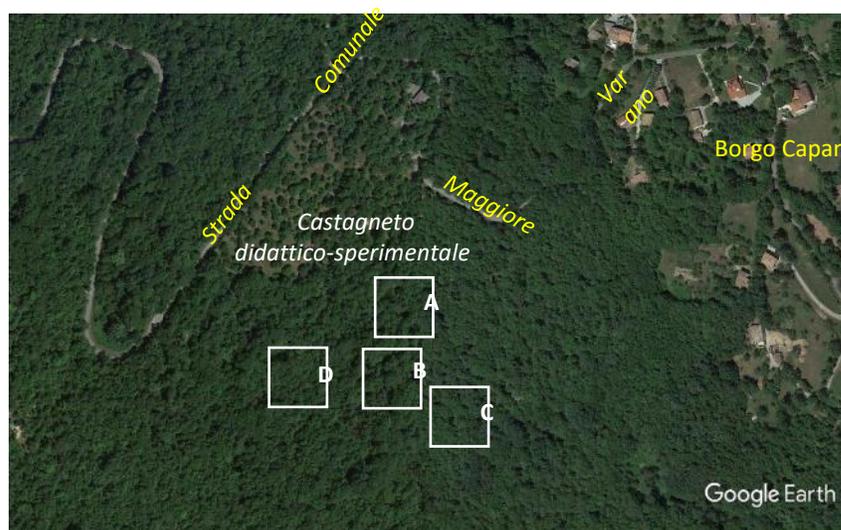
7 8

DIVULGAZIONE, FORMAZIONE

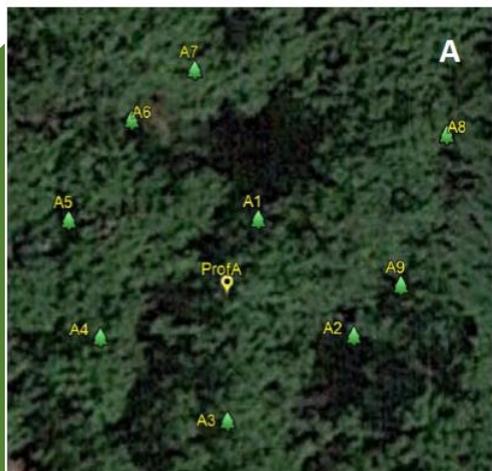
I risultati del Piano saranno patrimonio di tutti, in Italia e in Europa, grazie a un'attività di **divulgazione**, scientifica ma anche accessibile al grande pubblico.

La **formazione ai castanicoltori** renderà le nuove tecnologie utili alle coltivazioni locali.

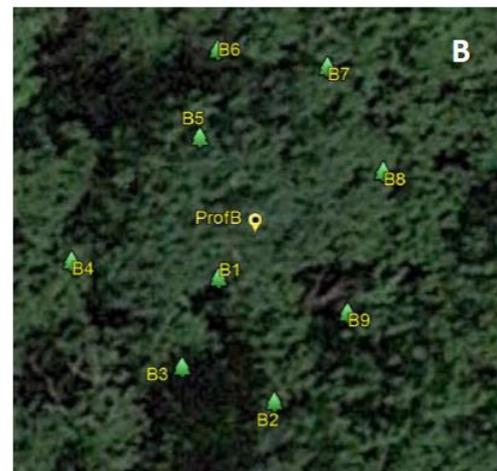
Localizzazione: 4 aree e 48 castagni



Localizzazione piante di castagno interessate dalla sperimentazione



	UTM 32T
A1	0656604.75 4889197.47
A2	0656610.29 4889189.58
A3	0656602.70 4889185.97
A4	0656594.44 4889190.21
A5	0656592.80 4889197.96
A6	0656596.00 4889203.04
A7	0656600.36 4889206.12
A8	0656616.52 4889201.87
A9	0656613.36 4889193.49
Prof	0656602.44 4889192.65



	UTM 32T
B1	0656592.98 4889141.42
B2	0656595.15 4889134.05
B3	0656590.18 4889135.93
B4	0656584.07 4889142.19
B5	0656591.94 4889149.00
B6	0656592.92 4889154.19
B7	0656598.46 4889153.07
B8	0656601.35 4889147.18
B9	0656600.31 4889139.75
Prof	0656594.33 4889144.66



	UTM 32T
C1	0656655.51 4889097.45
C2	0656643.65 4889087.67
C3	0656641.54 4889101.93
C4	0656650.33 4889113.33
C5	0656658.05 4889108.20
C6	0656667.13 4889106.19
C7	0656670.08 4889097.80
C8	0656666.15 4889090.84
C9	0656663.12 4889085.77
Prof	0656654.00 4889103.28



	UTM 32T
D1	0656510.08 4889139.22
D2	0656518.60 4889137.99
D3	0656516.99 4889131.36
D4	0656509.08 4889129.32
D5	0656502.43 4889134.10
D6	0656498.81 4889143.86
D7	0656508.01 4889147.11
D8	0656517.13 4889145.76
D9	0656523.19 4889141.32
Prof	0656515.03 4889144.15

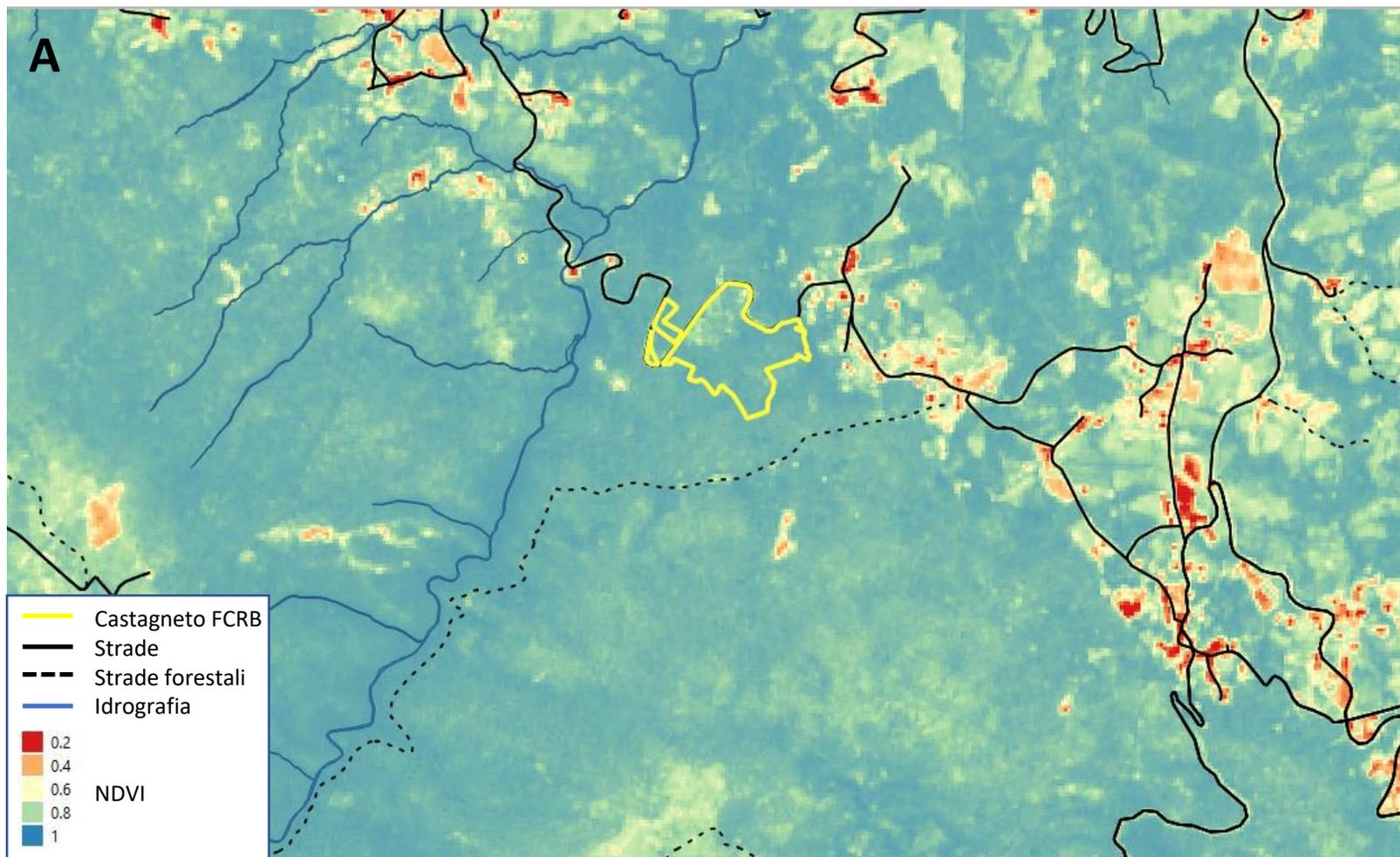
Strumenti e risultati

Il satellite per il monitoraggio del castagneto

Il satellite per il monitoraggio del castagneto

La quantità di fogliame (indice NDVI)

Le immagini del satellite europeo Sentinel 2 permettono di studiare lo stato della vegetazione con una risoluzione di 10 m e una cadenza di 5 giorni.

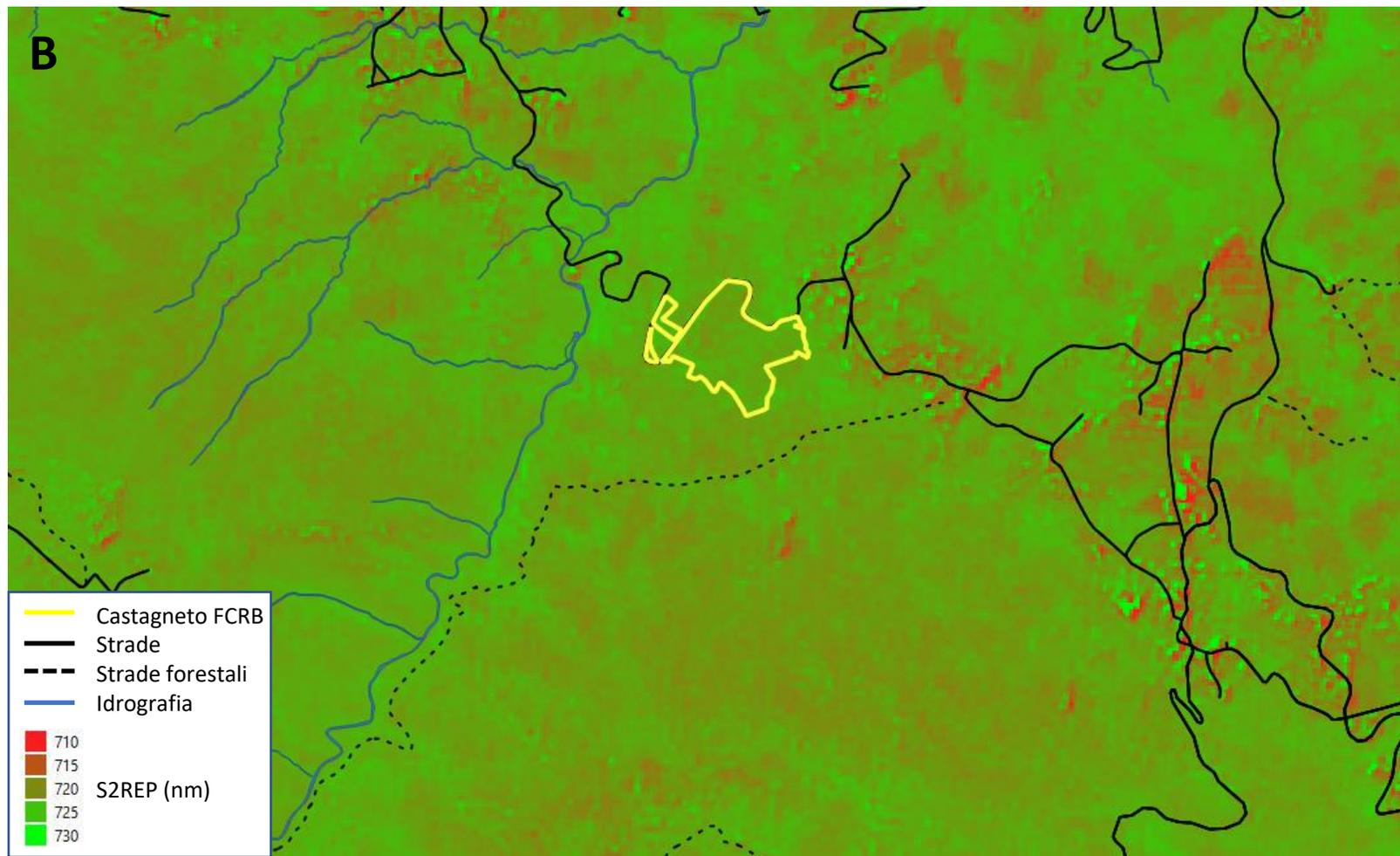


L'indice di vegetazione NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) permette di quantificare la quantità di fogliame, evidenziando trattamenti (tagli, potature) e defogliazioni

Il satellite per il monitoraggio del castagneto

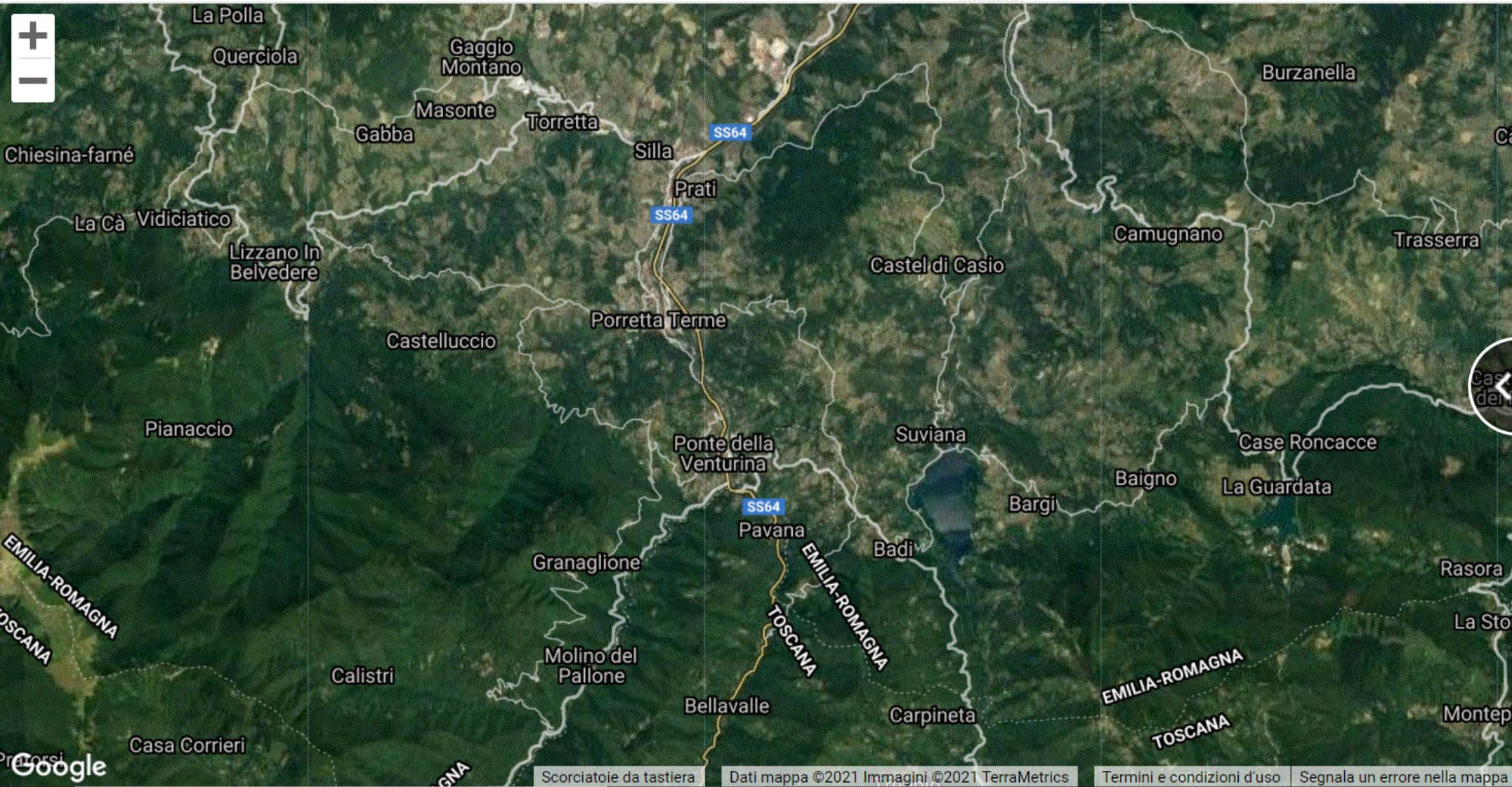
Il contenuto di clorofilla (indice S2REP)

Le immagini del satellite europeo Sentinel 2 permettono di studiare lo stato della vegetazione con una risoluzione di 10 m e una cadenza di 5 giorni.



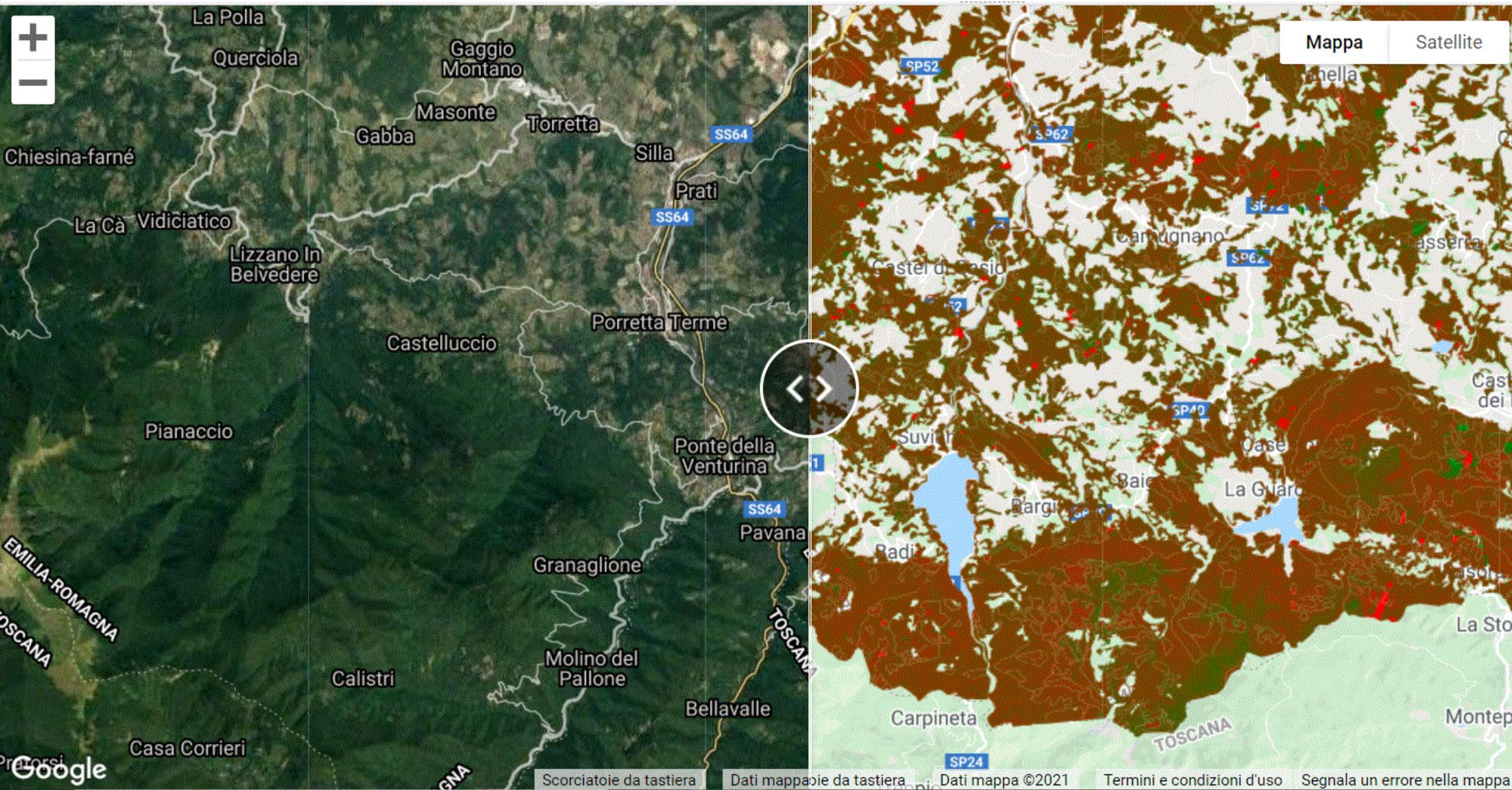
L'indice S2REP (Sentinel 2 Red-Edge Position) permette invece di stimare il contenuto di clorofilla delle foglie, evidenziando precocemente eventuali stati di stress.

Il satellite per il monitoraggio del castagneto



E' stato sviluppato un programma in Google Earth Engine per il monitoraggio del territorio con indici di vegetazione (NDVI, NBR, S2REP)

Il satellite per il monitoraggio del castagneto

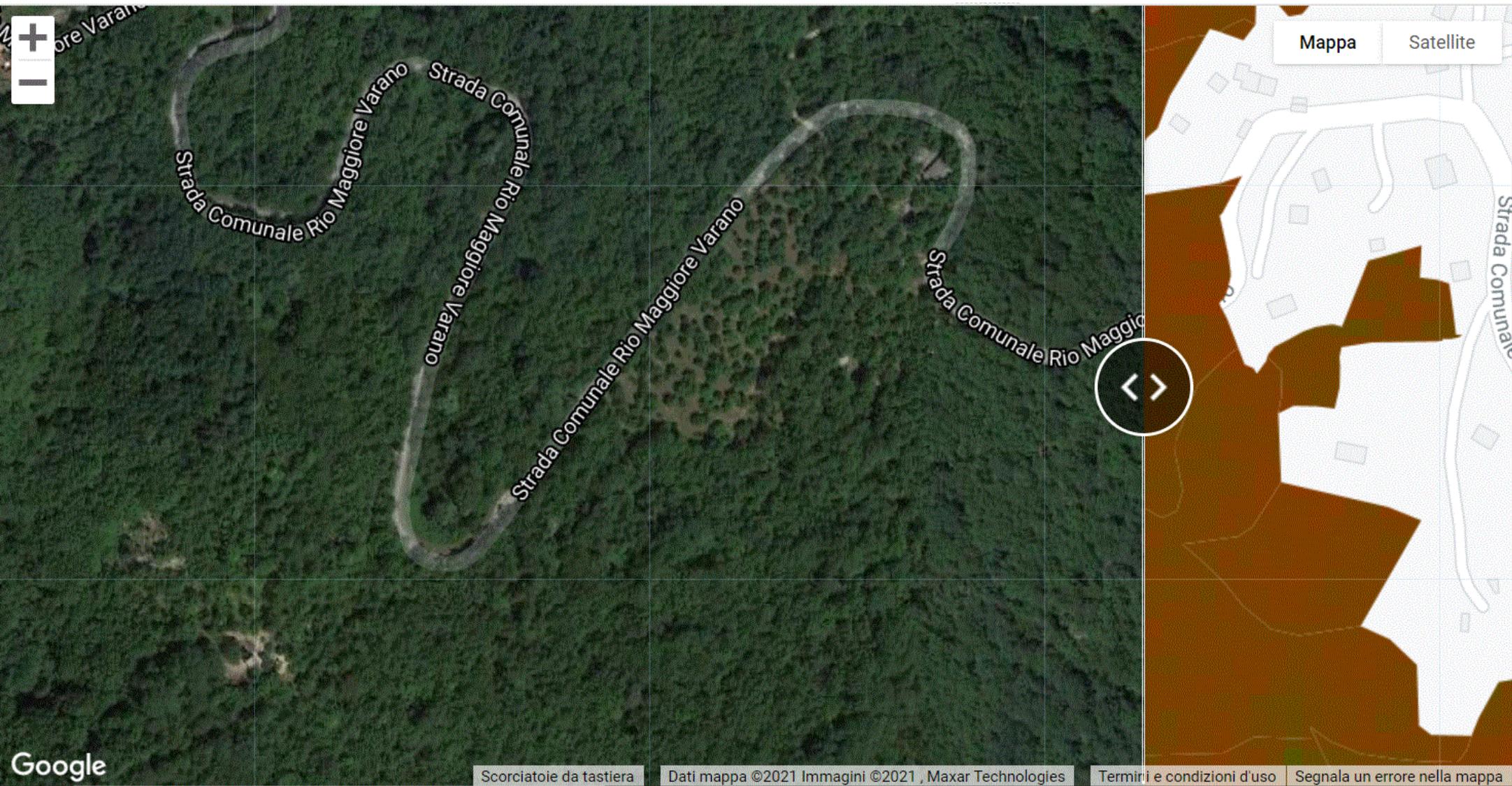


Sviluppato programma in Google Earth Engine per il monitoraggio del territorio con indici di vegetazione (NDVI, NBR, S2REP)

A sinistra: immagine ad alta risoluzione

A destra: indice di vegetazione

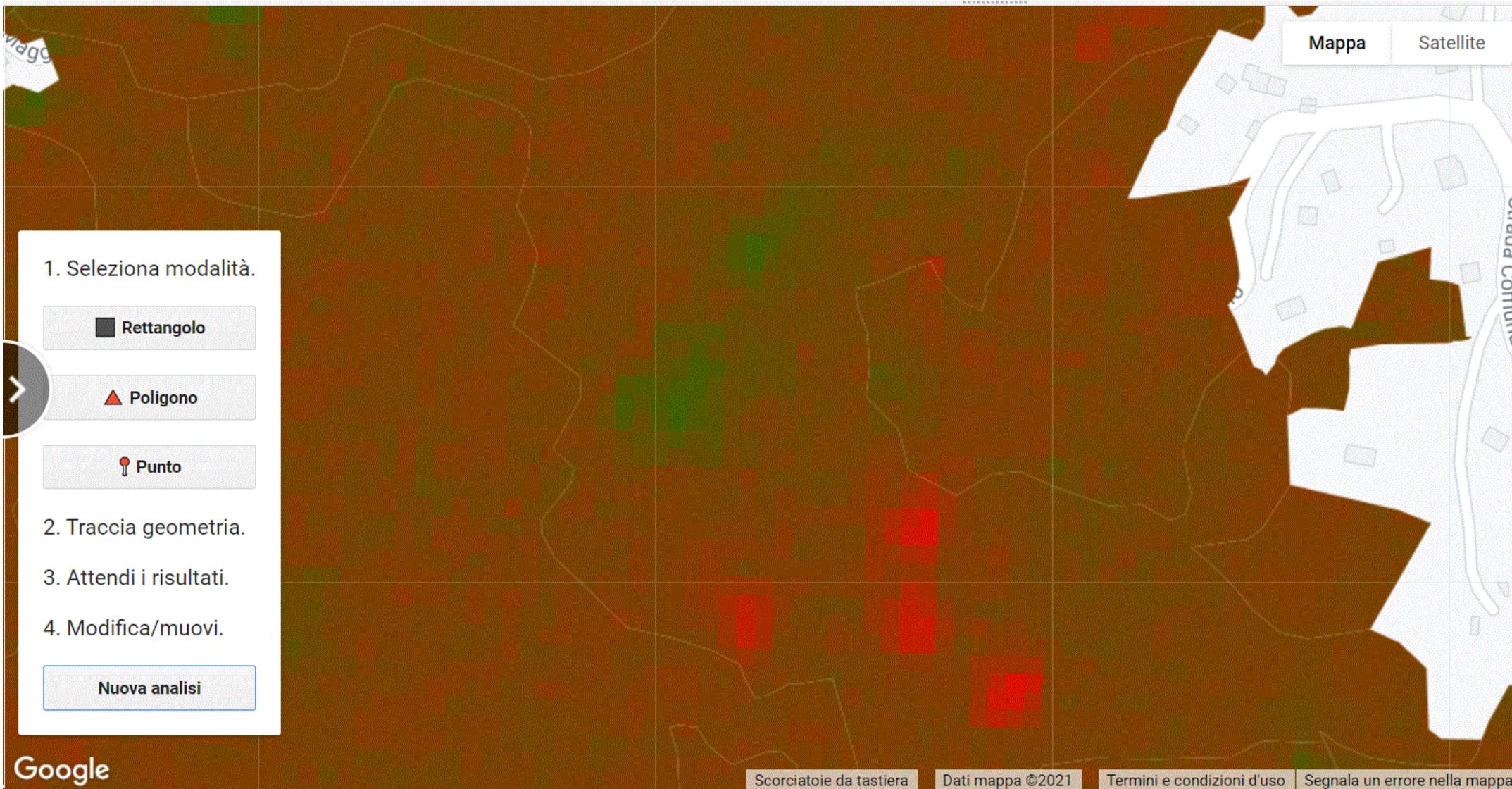
Il satellite per il monitoraggio del castagneto



Zoom sull'area
del castagneto
didattico della
Fondazione
Cassa di
Risparmio in
Bologna

Il satellite per il monitoraggio del castagneto

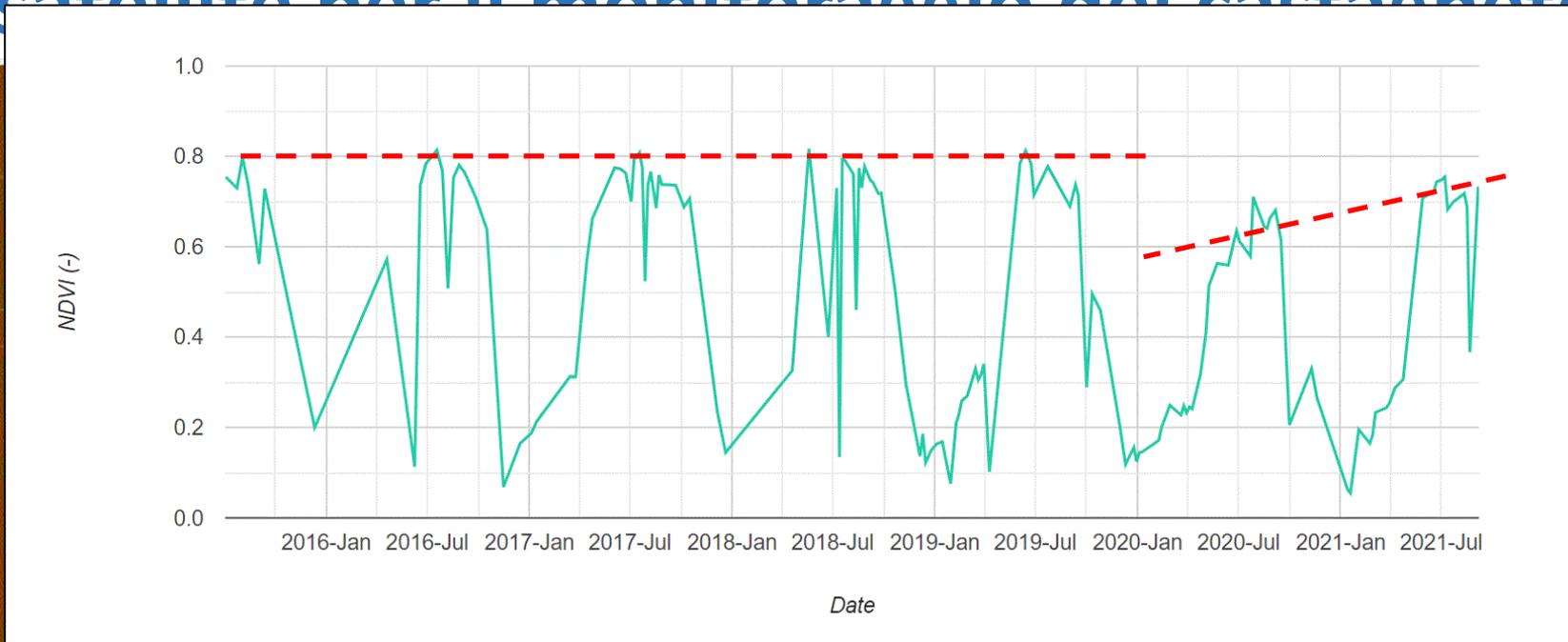
Strumenti e risultati



Evidenti dal confronto 2020-2019 le 4 aree dove è stato effettuato il recupero del castagneto (in rosso = riduzione di NDVI)

Recupero del castagneto da frutto dopo ripuliture anno precedente (verde)

Il satellite per il monitoraggio del castagneto



Andamento stagionale dell'indice NDVI (indice di area fogliare) a partire dal 2015 in una delle aree di studio. Evidente l'effetto delle patate

1. Seleziona modalità.

Rettangolo

Poligono

Punto

2. Traccia geometria.

3. Attendi i risultati.

4. Modifica/muovi.

Nuova analisi

Google

Scorciatoie da tastiera

Dati mappa ©2021

Termini e condizioni d'uso

Segnala un errore nella mappa

Strumenti e risultati

Metodologie per il monitoraggio smart

Il monitoraggio con i sensori MoniPAM

Utilizzando tecniche di tree-climbing, 5 sensori Walz MoniPAM sono stati collocati su foglie apicali di piante patate e di controllo.
I risultati sono stati comparati con le stime dei Tree Talker.



Il monitoraggio con i sensori MoniPAM

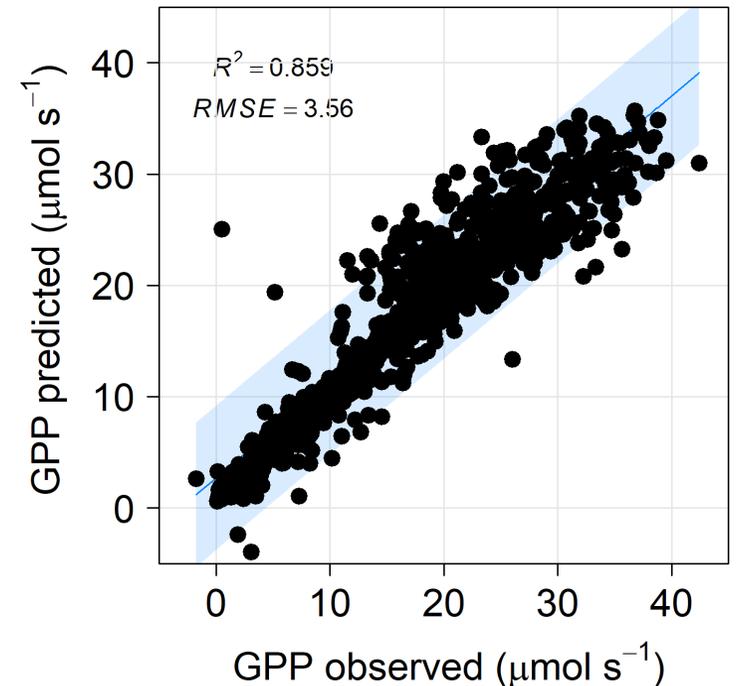


Il sensore Walz MoniPAM misura in continuo la fluorescenza della clorofilla e di stimare i processi fotosintetici della foglia nel corso del giorno e della stagione.

Misure preliminari hanno dimostrato la possibilità di utilizzarle per la stima della produttività primaria lorda (GPP) della pianta,

$$\text{GPP} = s(\Phi_p) + s(\text{PAR}) + s(\text{dPAR})$$

Le misure non hanno evidenziato differenze fra i trattamenti a livello di foglia

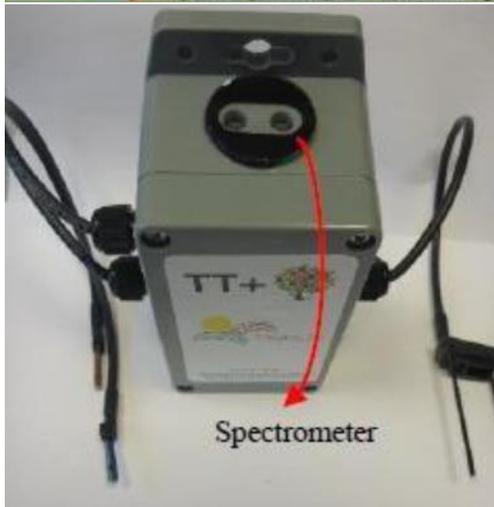


Il monitoraggio con i sensori TreeTalker



Sviluppato dal Prof. Riccardo Valentini (Univ. della Tuscia, CMCC). Misura in continuo:

- incremento radiale della pianta
- flusso di linfa nel fusto
- radiazione spettrale incidente
- oscillazioni della pianta



Permette di stimare:

- crescita e fissazione del C (NPP)
- uso dell'acqua della pianta
- area fogliare della pianta (NDVI)

Dati trasmessi automaticamente al server con connessione 4G

Il monitoraggio delle emissioni di CO₂ dal suolo

Misurazioni di campo



Nel periodo della ripresa vegetativa e della fioritura si sono svolte tre campagne di monitoraggio della CO₂ eterotrofa del suolo (4 maggio, 18 maggio, 1 giugno)

Implicazioni delle analisi svolte

- ❑ **Le potature più intense** (Medium pruning e Intense pruning) riducono fortemente il fabbisogno di acqua rispetto ai trattamenti Low pruning e Control durante quasi tutto il ciclo vegetativo annuale. Il cambiamento climatico potrebbe intensificare e prolungare i periodi di siccità, portando a favorire potature che incidono meno sullo stato idrico del suolo;
- ❑ **Le potature più leggere** (Control e Low pruning) hanno garantito una maggiore capacità di sequestro del C attraverso la chioma per unità di superficie della stessa. Il vantaggio rispetto alle potature più intense è venuto meno a metà estate. Queste ultime hanno potuto godere di una migliore esposizione solare anche per quelle foglie della parte bassa della chioma tipicamente ombreggiate quando la chioma è densa.
- ❑ Anche le **potature più intense** non sembrano avere compromesso la salute delle piante.
- ❑ Interessante il **grande assorbimento di carbonio avvenuto in autunno**: l'innalzamento delle temperature in autunno stimola l'attività fotosintetica e ritarda la senescenza fogliare, espandendo quindi il periodo utile per il sequestro del carbonio.
- ❑ Gli indicatori calcolati a partire dai dati dei sensori IoT si dimostrano utili ed affidabili per monitorare lo stato di salute della pianta e per determinare i cicli fenologici dei castagni.

La comunicazione e la *citizen science*

I nomi dei castagni

I castagni hanno i nomi (propri) di 48 scienziati famosi, di cui 24 donne e 24 uomini.



1

Nikolaj



(Nikolaj Ivanovič Vavilov)



www.castagniparlanti.it

46

Margherita



(Margherita Hack)

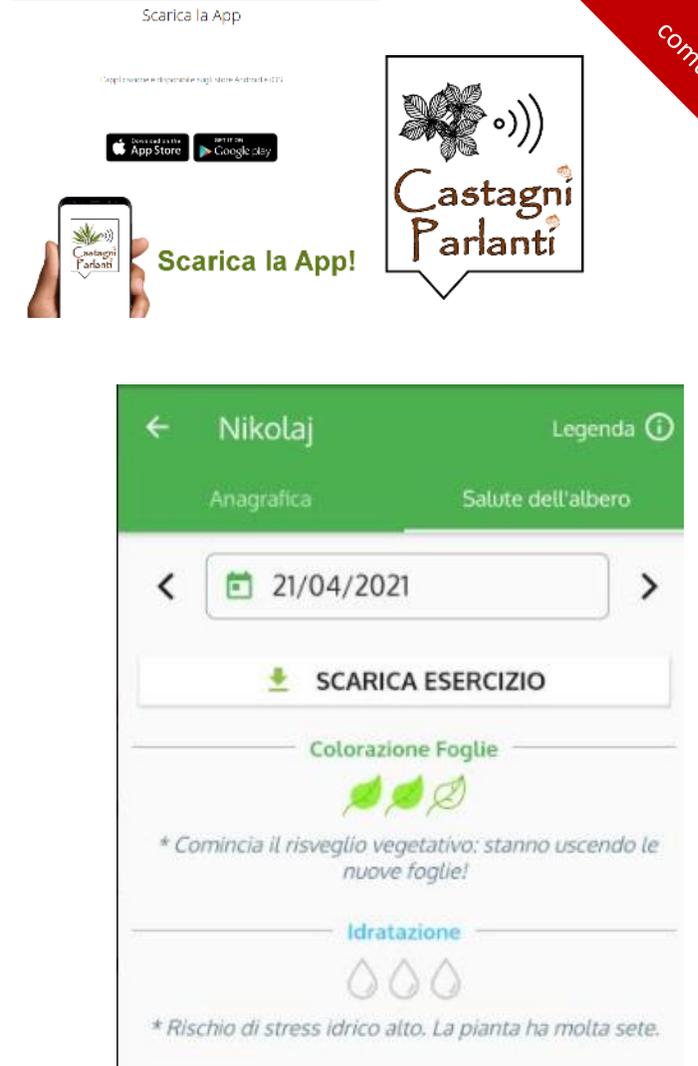
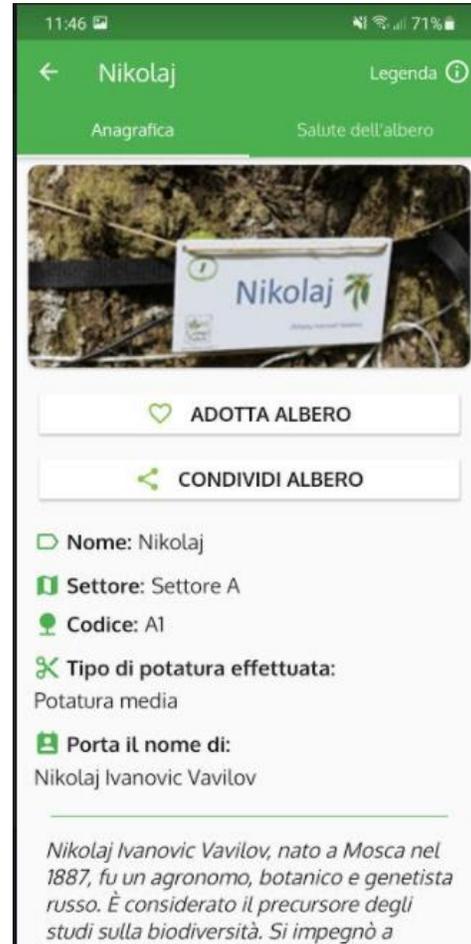
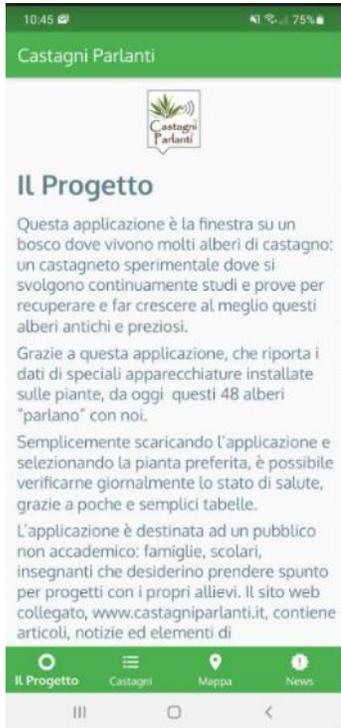


www.castagniparlanti.it

Collegamento tra settori, alberi, presenza sensori e elementi per la comunicazione

Codice albero	UTM 32T mE	UTM 32T mN	Interventi effettuati	Collari CO ₂ suolo	N° di serie Tree Talker installato	Nome albero
A1	656604.12	4889196.70	Potatura media		SN 52010040	Nikolaj
A2	656609.70	4889189.99	Potatura leggera	A2a-A2b-A2c	SN 52010027	Marie
A3	656609.07	4889188.30	Potatura media		SN 52010044	Antonio
A4	656606.21	4889180.49	Potatura media	A4a-A4b-A4c	SN 52010042	Elena
A5	656592.04	4889196.72	Potatura leggera		SN 52010025	Nazareno
A6	656596.16	4889202.49	Potatura forte (capitozzatura)		SN 52010015	Laura
A7	656600.20	4889205.84	Potatura leggera		SN 52010022	Kary
A8	656614.87	4889202.61	Potatura forte (capitozzatura)		SN 52010020	Helen
A9	656607.07	4889199.20	Potatura forte (capitozzatura)	A9a-A9b-A9c	SN 52010051	Pietro

L'applicazione: «Castagni Parlanti»



La comunicazione

Grazie per l'attenzione

