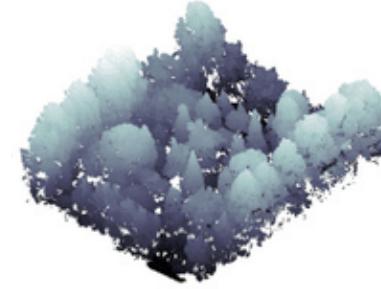
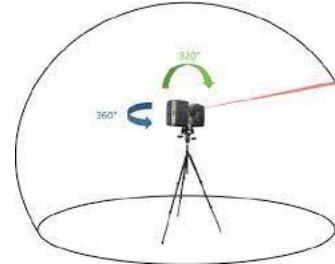


TECNOLOGIE DI PRECISIONE PER APPLICAZIONI SITO-SPECIFICHE IN PIOPPICOLTURA

Francesco CHIANUCCI



Le finalità principali del Progetto sono

1. Mappatura a scala regionale su base satellitare (Sentinel-2)
2. Sviluppo di un sistema early-warning dello stress

Fase I

Dato di verità

Fotointerpretazione



Controlli in campo



Immagini Sentinel-2



Fase II

Calibrazione dato Sentinel-2

Rilievi a terra



Rilievi da drone

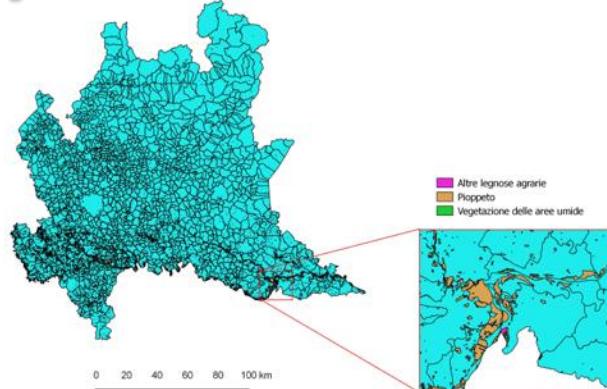


2)

Piattaforma Web-Gis



1) Mappatura semiautomatica pioppo

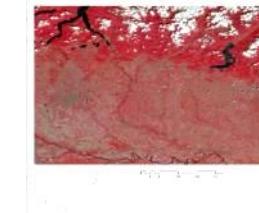


3)

Sistema di monitoraggio multiscalare



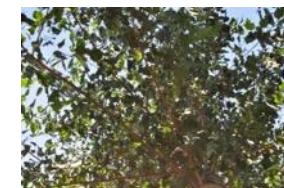
Early warning da Sentinel-2



Rilievo di dettaglio da drone



Rilievo di dettaglio a terra



Approccio top-down

Approccio bottom-up

Le finalità principali del Progetto sono

1. Mappatura a scala regionale su base satellitare (Sentinel-2)
2. Sviluppo di un sistema early-warning dello stress

Per il raggiungimento di tali scopi, un elemento fondamentale è rappresentato dalle raccolta di informazioni a scala di dettaglio

Fase I

Dato di verità

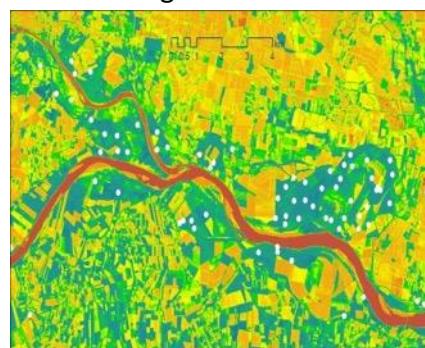
Fotointerpretazione



Controlli in campo



Immagini Sentinel-2



Fase II

Calibrazione dato Sentinel-2

Rilievi a terra



Rilievi da drone



2)

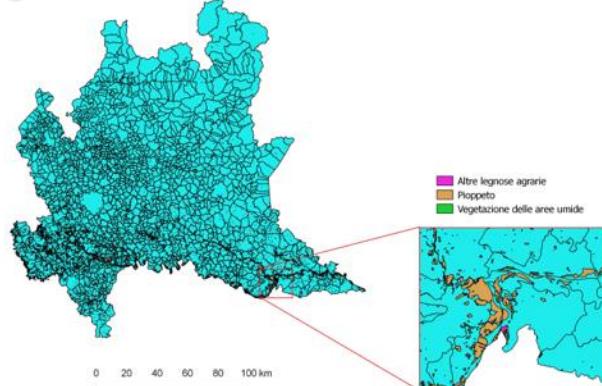
Piattaforma Web-Gis



Web GIS

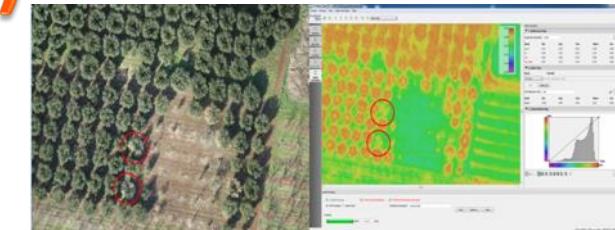


1) Mappatura semiautomatica pioppo

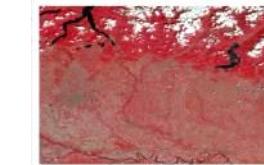


Fase III

3) Sistema di monitoraggio multiscalare



Early warning da Sentinel-2



Rilievo di dettaglio da drone



Rilievo di dettaglio a terra

Approccio top-down

Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Come possono le tecnologie di precisione essere utilizzate per applicazioni sito-specifiche?
- Quali sono le principali informazioni necessarie, e come vengono tradizionalmente misurate?
- Come vengono o possono essere utilizzate tali informazioni nella pioppicoltura?

Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Pioppeti piantagioni a turno breve
- Scelta specie e clone
 - Diverse caratteristiche e risposta
- Sesto di impianto
- Produttività e assortimenti
- Stato di salute



Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Tradizionalmente, i rilievi sulle caratteristiche strutturali vengono svolti con misure forestali a terra

Principali misure 'dirette'

- Sesto di impianto
- Specie, clone
- Età
- **Diametro a 1.3 m**
- **Altezza**



Informazioni derivate

- Volume
- Assortimenti

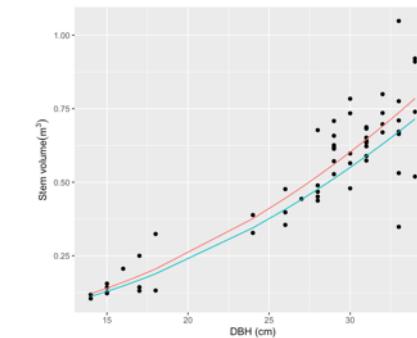


Tecnologie di precisione in pioppicoltura

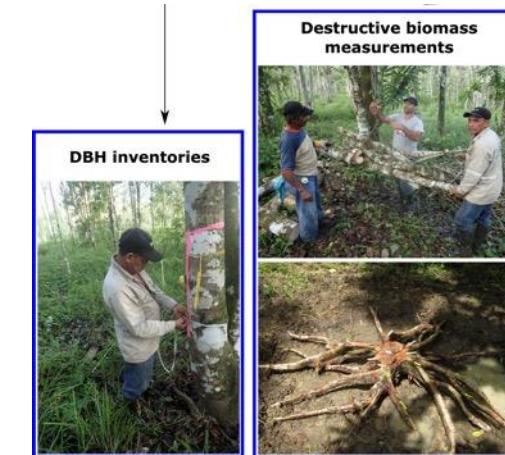
- Tradizionalmente, i rilievi sulle caratteristiche strutturali vengono svolti con misure forestali a terra

Limiti rilievi diretti

- Costi di rilievo
- Tempi di rilievo
- Soggettività misure
- Distruttività o modelli
- Poche info di dettaglio (es. qualità assortimenti)



Diameter (cm)	Height (m) Eq. 12 _{b,c}	Stem volume (m ³) Eq. 13 _{b,c}	Crown volume (m ³) Eq. 17 _{b,c}
10	9.6	0.0536	31.974
11	10.7	0.0665	38.321
12	11.6	0.0809	45.210
13	12.2	0.0970	52.636
14	12.7	0.1147	60.595
15	13.1	0.1340	69.082
16	13.3	0.1551	78.094
17	13.5	0.1778	87.628
18	13.6	0.2023	97.681
19	13.6	0.2286	108.249
20	13.7	0.2568	119.330
21	13.7	0.2867	130.921
22	13.7	0.3185	143.019
23	13.8	0.3521	155.623
24	17.3	0.3752	151.565

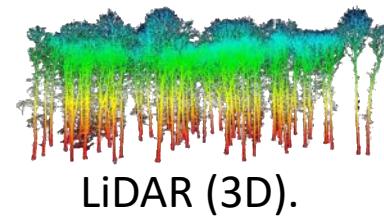


Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Il rilievo prossimale può permettere di ottenere le stesse informazioni strutturali?

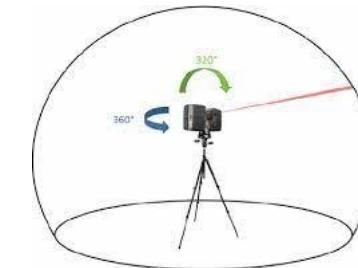
Due tecnologie principali:

- Attive: LiDAR (Light Detection And Ranging), o semplicemente laser
- Passive: ottiche, basate su immagini digitali



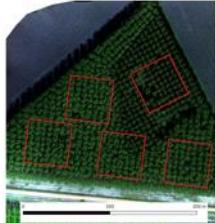
Due punti di acquisizione principali (strumentazioni):

- A terra: laser scanning Terrestre (TLS), Close-range photogrammetry
- Aereo: SAPR equipaggiati con fotocamere (passive) o sensori lidar



Due unità (scale) di riferimento:

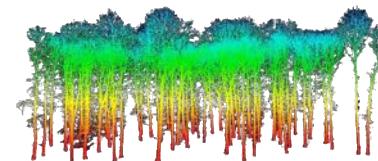
- A scala di albero
- A scala di piantagione



Tecnologie di precisione in pioppicoltura

Esempi applicativi

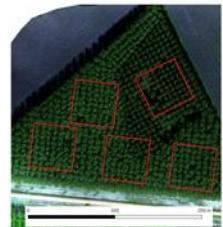
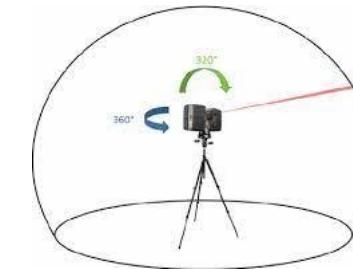
- Stima attributi strutturali nei pioppeti
 - A scala di singola pianta
 - A scala di pioppeto
- Caratterizzazione delle chiome dei pioppeti



LiDAR (3D).



Ottico

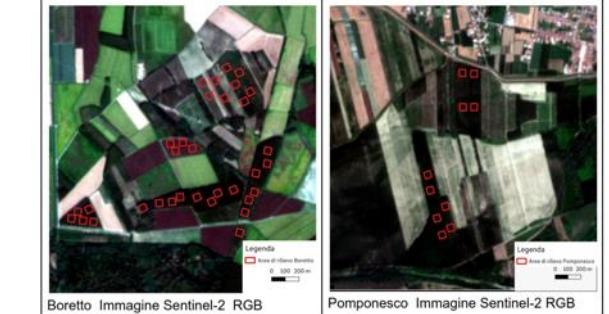
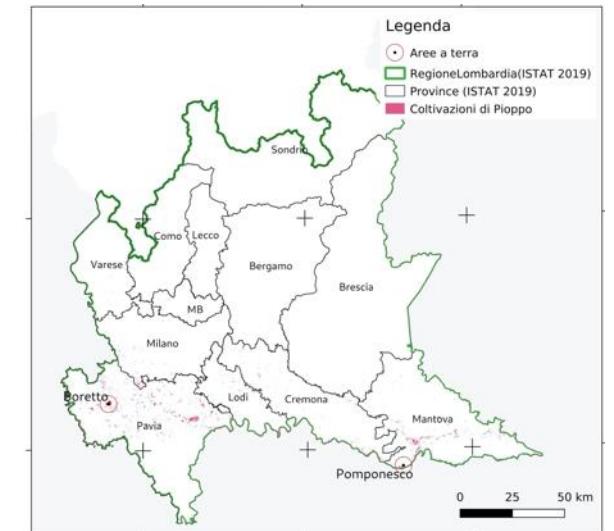
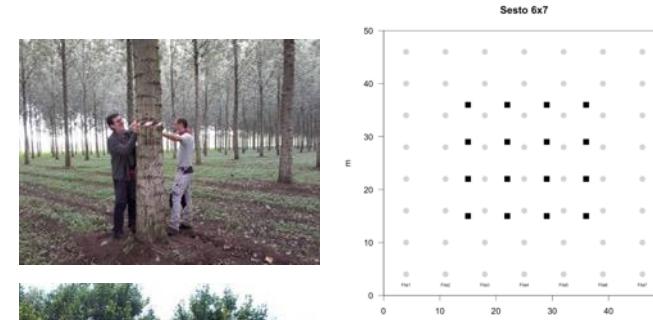


Tecnologie di precisione in pioppicoltura

Stima attributi strutturali nei pioppi a scala di albero e pioppeto

Aree di studio: regione Lombardia

- 51 aree 50x50 m (0.25 ha)
- Inventario a terra (D, H, Volume)
- Scansioni TLS statico
 - FARO Focus 3D x130
 - Multi-scan
- Acquisizioni SAPR
 - Ortocottero
 - Sensore multispettrale MicaSense
 - RGB
 - NIR
 - Red-edge (RE)



PrecisionPop

Tecnologie di precisione in pioppicoltura

Stima attributi strutturali nei pioppeti a scala di albero e piantagione

3D

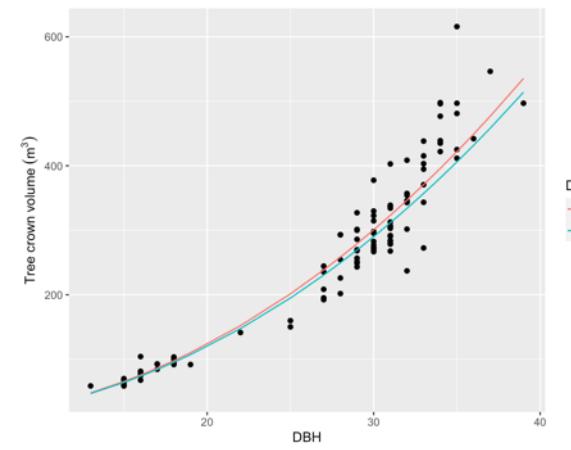
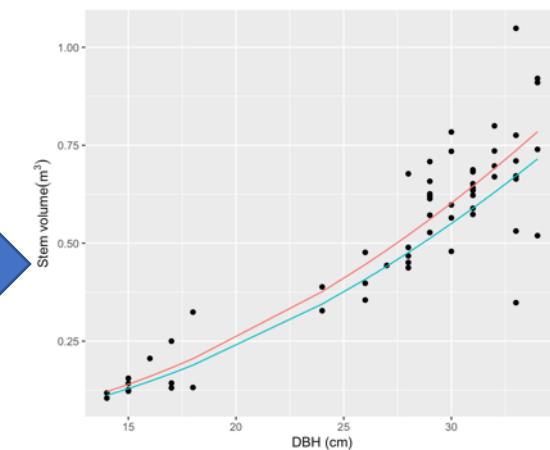
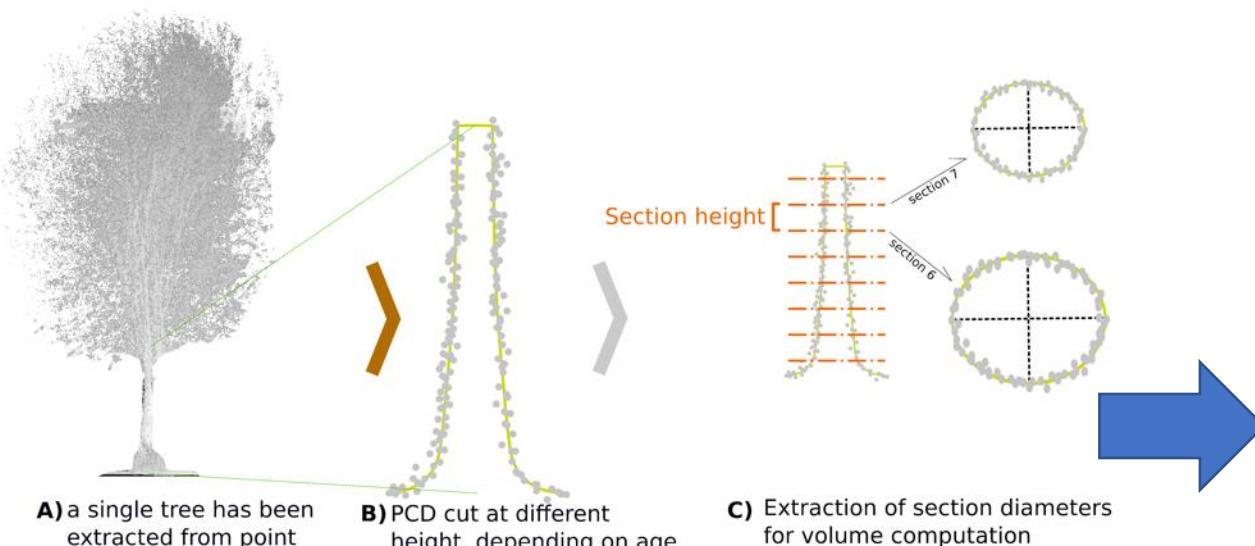
Scansioni TLS Leaf-off (Volume del fusto)

Scansioni TLS Leaf-on (Volume della chioma)

Confronto con tavola volume distruttiva

PrecisionPop

Con TLS è possibile sviluppare modelli di cubatura non distruttivi



- Volume del fusto (leaf-off)
- Volume della chioma (Leaf-on)

Tecnologie di precisione in pioppicoltura

Stima attributi strutturali nei pioppi a scala di albero e piantagione

3D

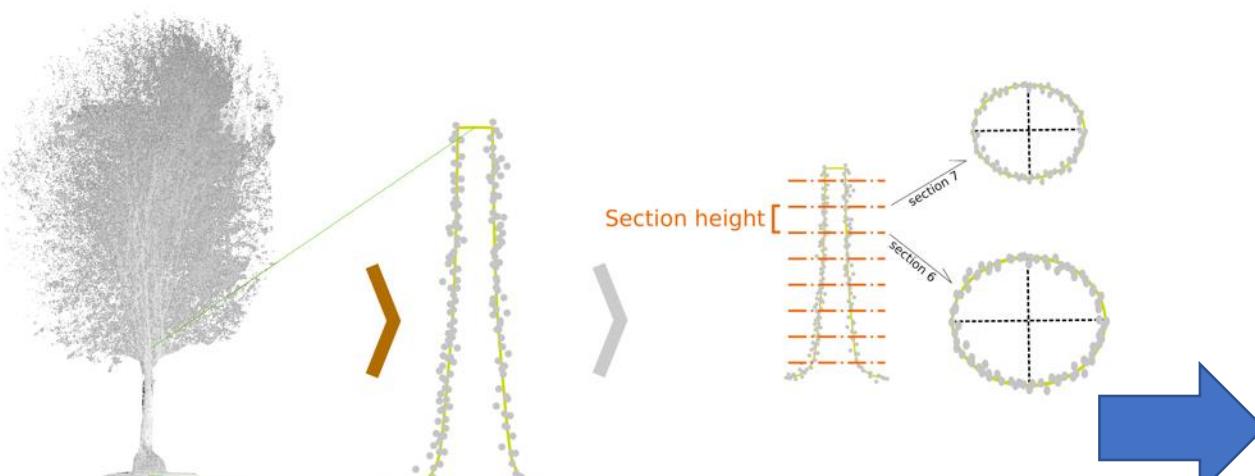
Scansioni TLS Leaf-off (Volume del fusto)

Scansioni TLS Leaf-on (Volume della chioma)

Confronto con tavola volume distruttiva



Con TLS è possibile sviluppare modelli di cubatura non distruttivi

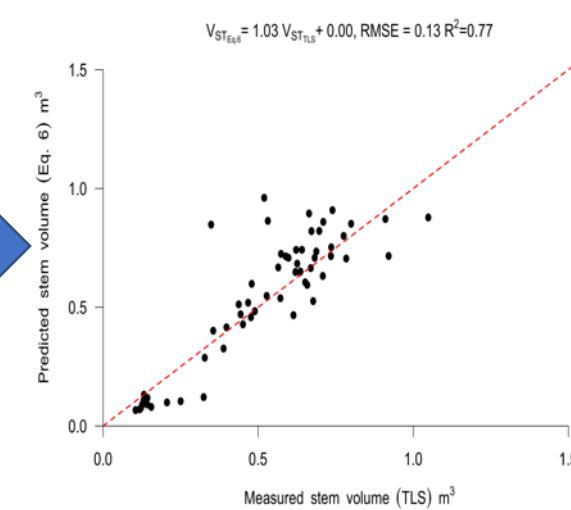


A) a single tree has been extracted from point cloud data (PCD)

B) PCD cut at different height, depending on age

C) Extraction of section diameters for volume computation

- Volume del fusto (leaf-off)
- Volume della chioma (Leaf-on)
- Stime in linea con modelli di cubatura distruttivi



For. Sci. 2020, 1–10
doi: 10.1093/forests/forez021
© The Author(s) 2020. Published by Oxford University Press on
behalf of the Society of American Foresters. All rights reserved.
For permissions, please e-mail: journals.permissions@oup.com.

RESEARCH ARTICLE
Oxford
SAF

Nondestructive Tree Stem and Crown Volume
Allometry in Hybrid Poplar Plantations Derived
from Terrestrial Laser Scanning

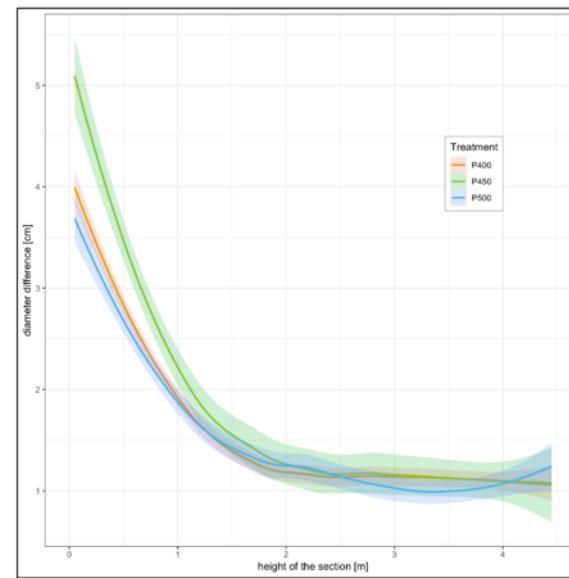
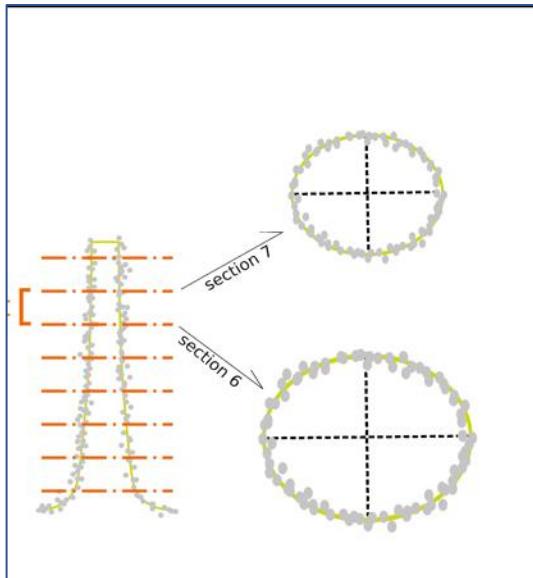
Francesco Chianucci^a, Nicola Puletti^a, Mirko Grotti^a, Carlotta Ferrara^a, Achille Giorcelli^a, Domenico Coaloa^a, and Clara Tattoni^a

N	Diameter (cm)	Height (m)	Stem volume (m³) Eq. 13 _{b,c}	Crown volume (m³) Eq. 17 _{b,c}
1	10	9.6	0.0536	31.974
2	11	10.7	0.0665	38.321
3	12	11.6	0.0809	45.210
4	13	12.2	0.0970	52.636
5	14	12.7	0.1147	60.595
6	15	13.1	0.1340	69.082
7	16	13.3	0.1551	78.094
8	17	13.5	0.1778	87.628

Tecnologie di precisione in pioppicoltura

Stima assortimenti nei pioppeti a scala di albero e piantagione

- TLS permette di ottenere stime rapide e altamente precise
 - L'informazione 3D permette di valutare anche la qualità degli assortimenti
 - Profilo ed eccentricità del fusto



Article

Evaluating the Eccentricities of Poplar Stem Profiles with Terrestrial Laser Scanning

Nicola Puletti ¹*, Mirko Grotti ^{1,2,*} and Roberto Scotti ³

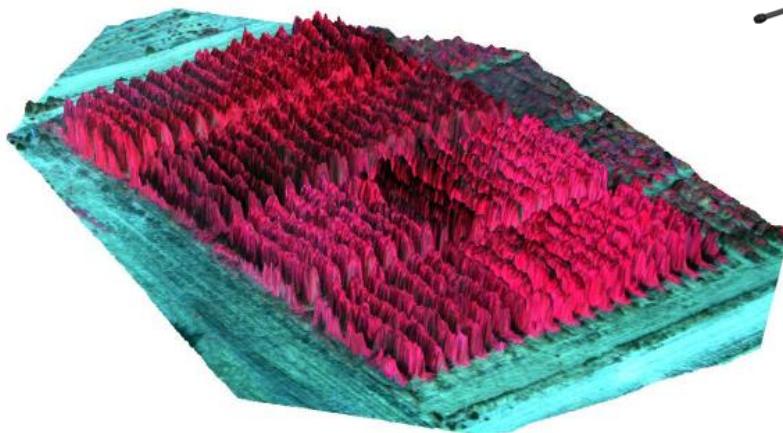


Tecnologie di precisione in pioppicoltura

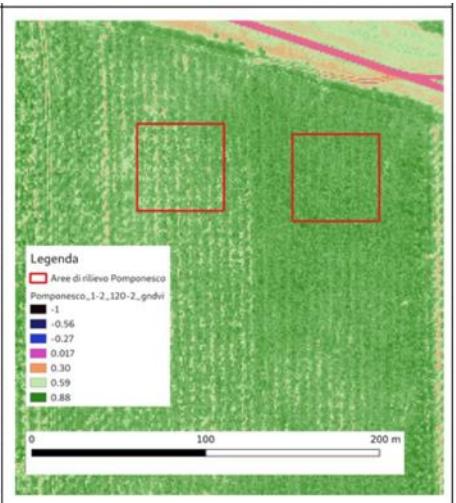
Stima attributi strutturali nei pioppi a scala di albero e piantagione

- Il telerilevamento prossimale (SAPR) può permettere di ottenere le stesse informazioni strutturali?

3D



2D

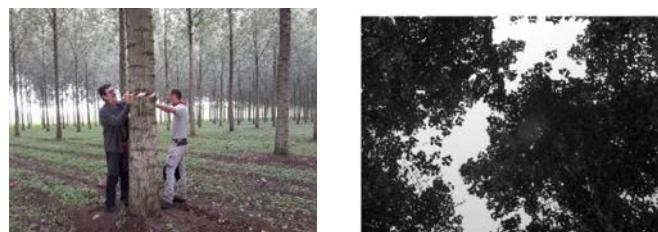
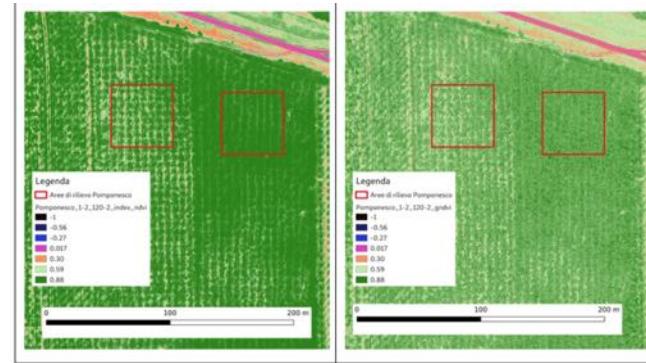


Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Il telerilevamento prossimale può permettere di ottenere le stesse informazioni strutturali?

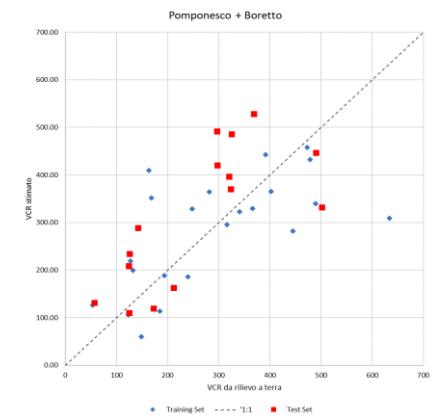
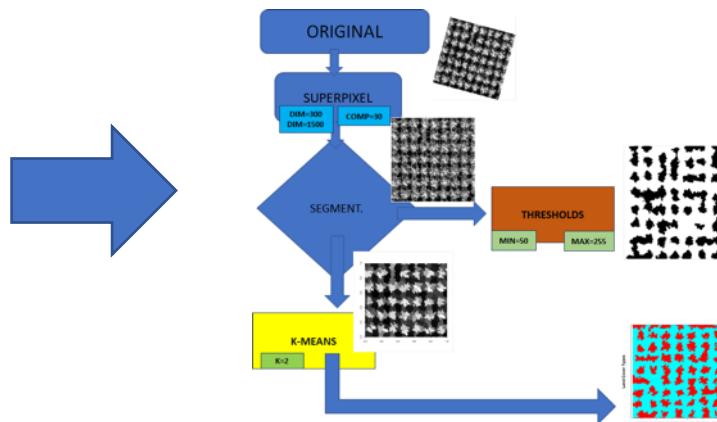


2D



MicaSense Rededge

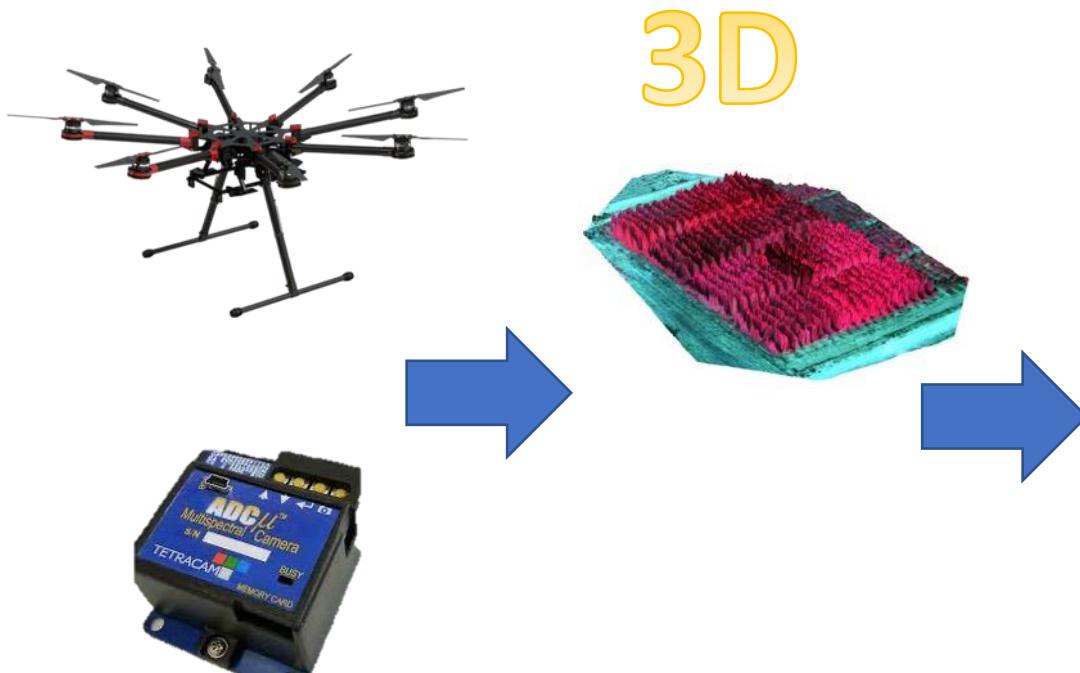
- Stima area basim e volume ad ettaro (Banda RE)



Studio in corso: Brambilla, Romano et al.

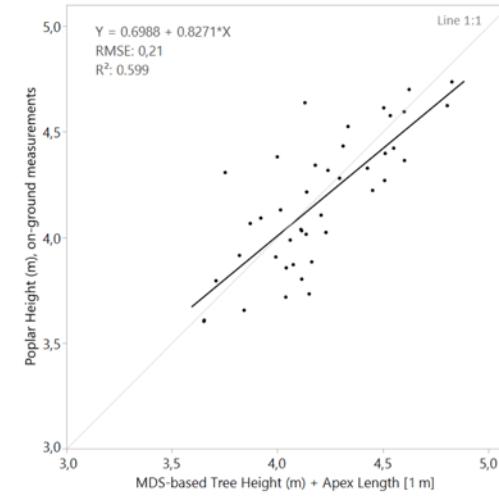
Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Il telerilevamento prossimale può permettere di ottenere le stesse informazioni strutturali?

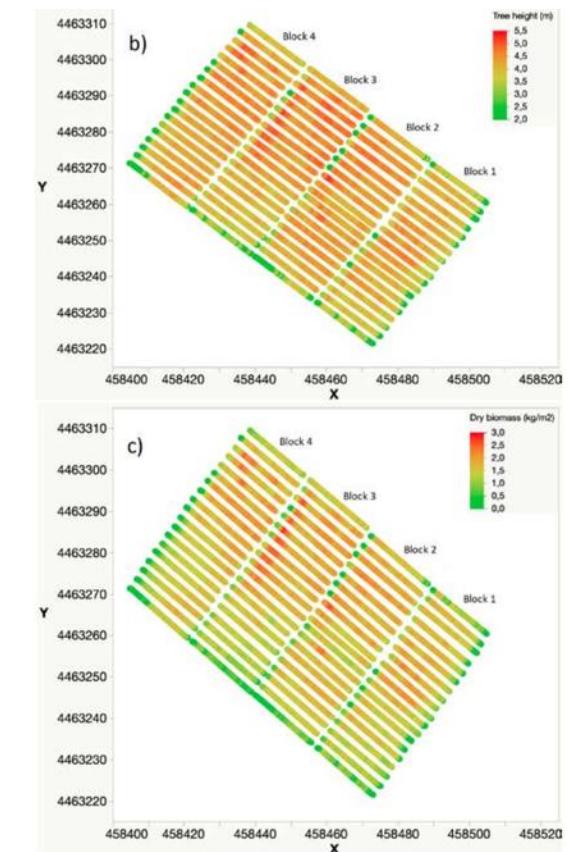


Tetracam

- Misura altezze con CHM
- Misura biomassa



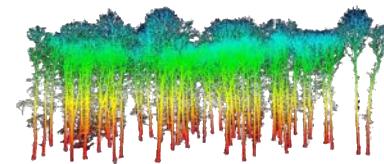
Pena et al. 2018



Tecnologie di precisione in pioppicoltura

Esempi applicativi

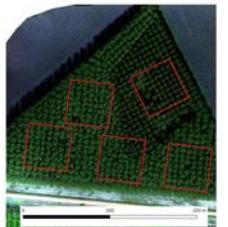
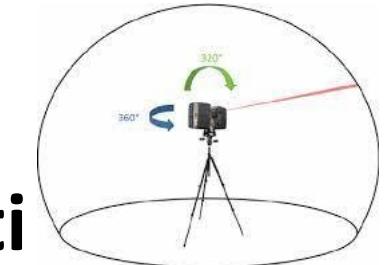
- Stima attributi strutturali nei pioppeti
 - A scala di singola pianta: TLS
 - A scala di pioppeto: SAPR+ ottico
- **Caratterizzazione delle chiome dei pioppeti**



LiDAR (3D).

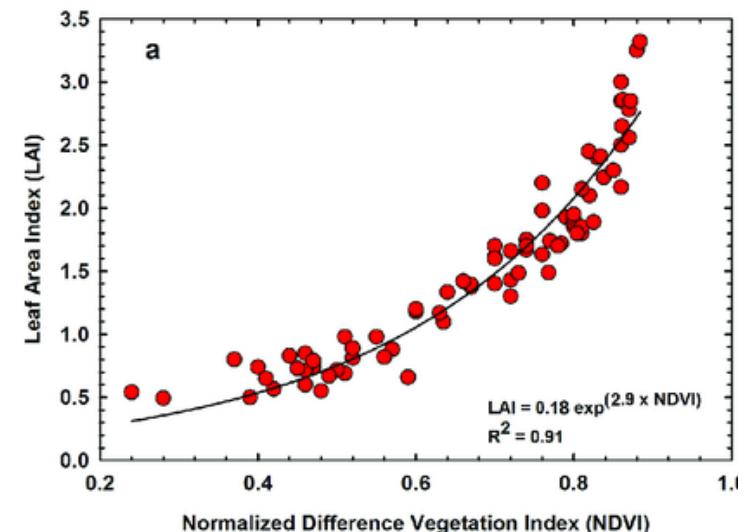
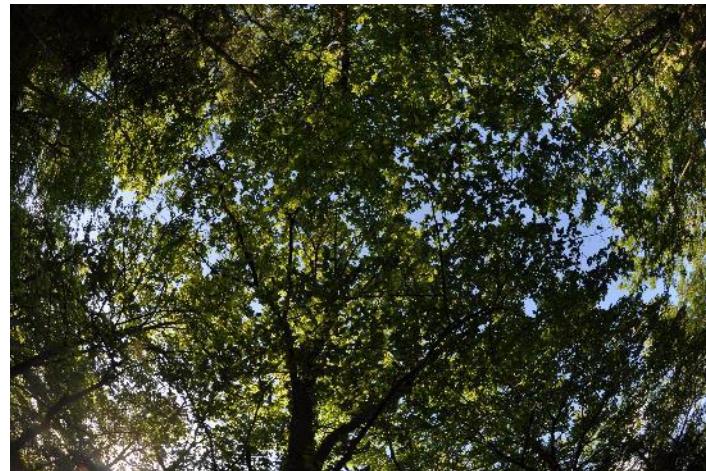


Ottico



Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Copertura (CC) e indice di area fogliare (LAI) determinano fotosintesi
- Influenzano riflettanza fogliare -> telerilevamento
- Nei pioppi la forma e distribuzione chiome importanti per qualità e sesto
- Metodi di riferimento: rilievo prossimale a terra (fotografie digitali)



Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Il telerilevamento ottico prossimale e remoto può permettere stima chioma?
- Quale è l'impatto della risoluzione (GDS) nelle stime?

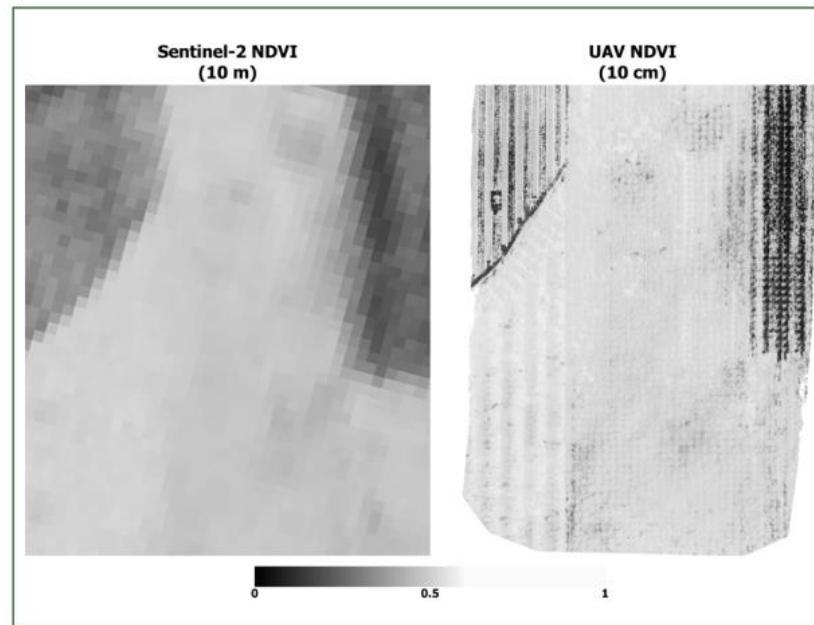


Foto a terra - < 1cm



Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Il telerilevamento ottico prossimale e remoto può permettere stima chioma?
- Quale è l'impatto della risoluzione (GDS) nelle stime?

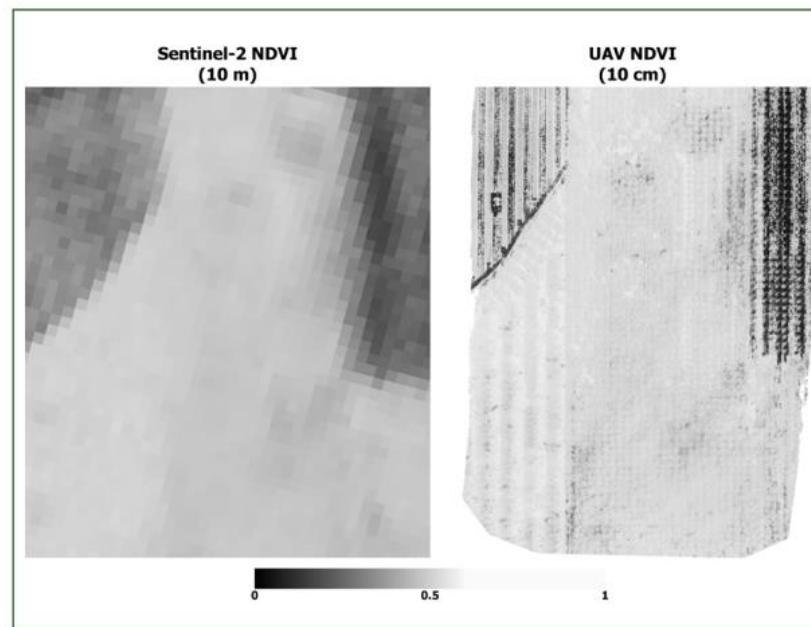
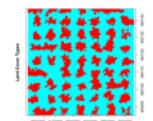
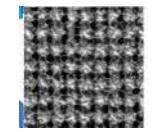
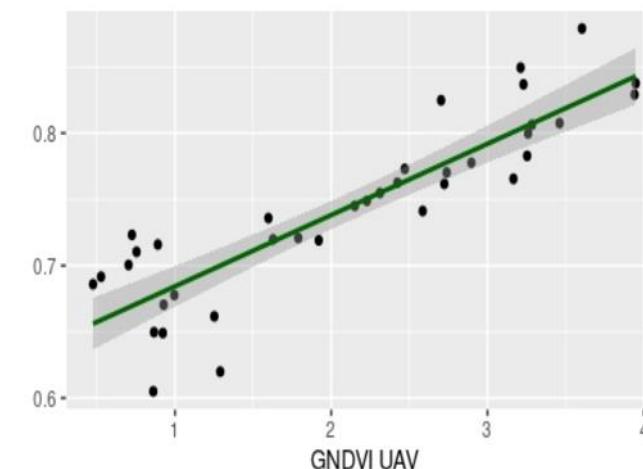


Foto a terra - < 1cm



- Stima dell'area fogliare (Banda NIR)
- Delineazione chiome - sesto impianto

Leaf Area Index



Studio in corso: Brambilla, Romano et al.

Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Il telerilevamento ottico prossimale e remoto può permettere stima chioma?
- Quale è l'impatto della risoluzione (GDS) nelle stime?

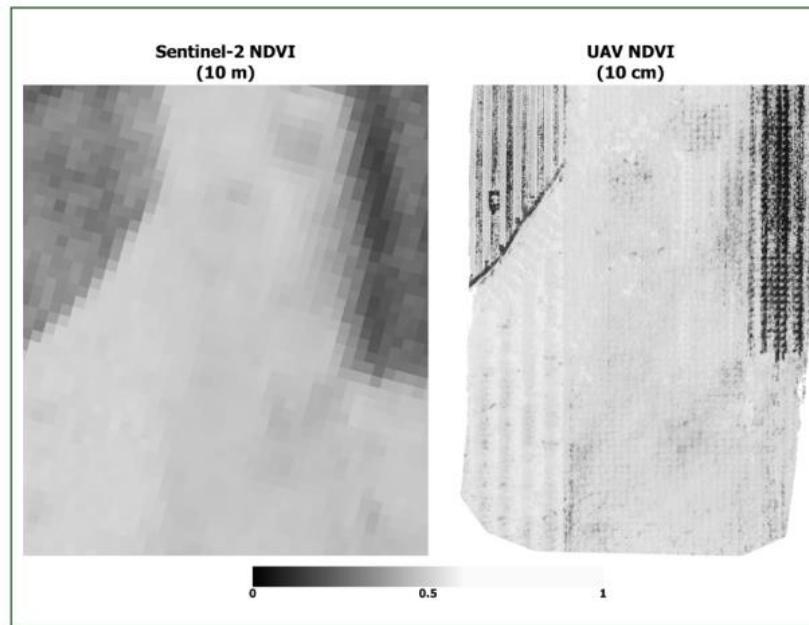
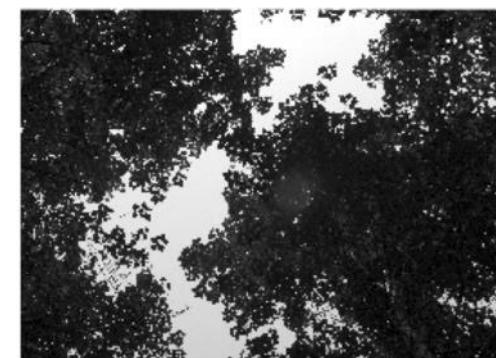
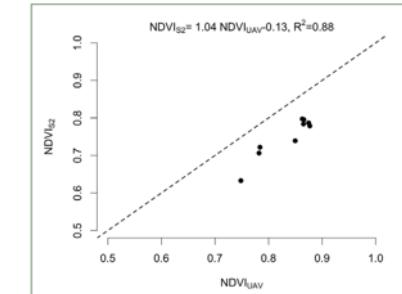
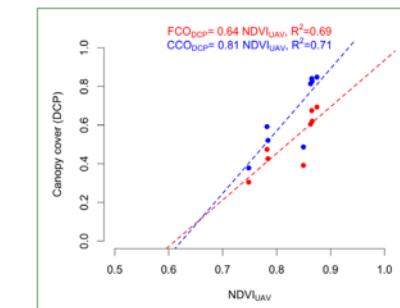


Foto a terra - < 1cm



- Stima della copertura fogliare da SAPR
- Elevata capacità di discriminare gap intrachiome
- SAPR possono sostituire i rilievi fogliari a terra
- Calibrazione dati satellitari



Annals of Silvicultural Research
46(1), 2021: 8-13
<https://journals-crea.4science.it/index.php/asr>



Collection: "Precision tools to support poplar plantation forestry"

Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Il rilievo ottico prossimale e aereo rappresentano elementi chiave per calibrare le stime da satellite, ma hanno diverse caratteristiche da considerare:

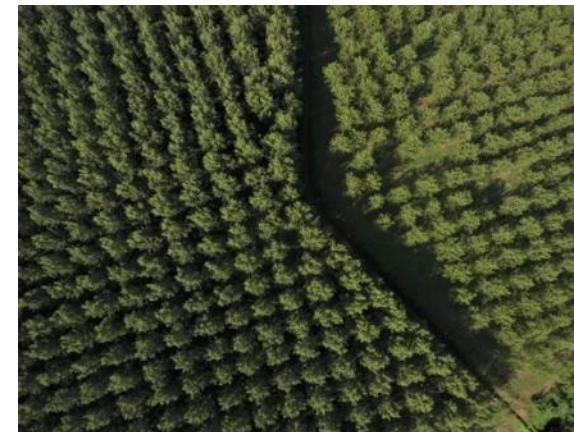
Rilievo a terra



- + Economicità strumentazione
- + Semplicità utilizzo
- Misure manuali (tempi e costi)
- Spazialmente limitate

Applicazioni a scala di pioppeto

Rilievo da drone



- Costo strumentazione
- Personale specializzato
- + Maggiore copertura spaziale
- + Flessibilità e integrazione con

Applicazioni a scala di azienda

- Entrambi i sistemi hanno un limite nella ripetitività delle misure, che è importante per la calibrazione multitemporale del dato satellitare
- Tempestività dei rilievi nel caso di monitoraggio dello stress

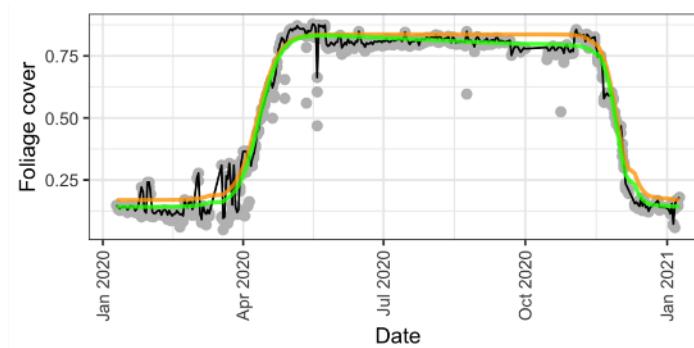
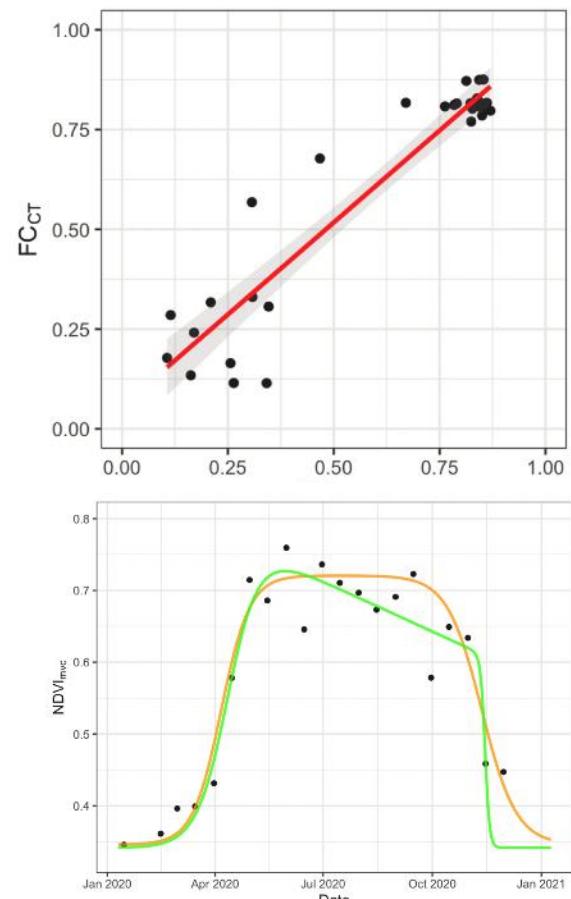
Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Le fototrappole sono camere utilizzate per la videosorveglianza
 - Sensore di prossimità
- Permettono di scattare immagini ripetute ad intervalli
- Strumenti low-cost per il monitoraggio faunistico
- Funzionamento nel monitoraggio forestale?



Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Le fototrappole sono camere utilizzate per la videosorveglianza
 - Sensore di prossimità
- Permettono di scattare immagini ripetute ad intervalli
- Strumenti low-cost per il monitoraggio faunistico
- Funzionamento nel monitoraggio forestale?



Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Inizio sperimentazione 2022:
- Aree campione TDO
- Aree CREA Casale
 - 3 Cloni
 - 2 trattamenti: irrigato/non irrigato



coverR

Title: <https://doi.org/10.1007/s10468-022-02338-5>

SHORT COMMUNICATION

coverR: an R package for processing digital cover photography images to retrieve forest canopy attributes

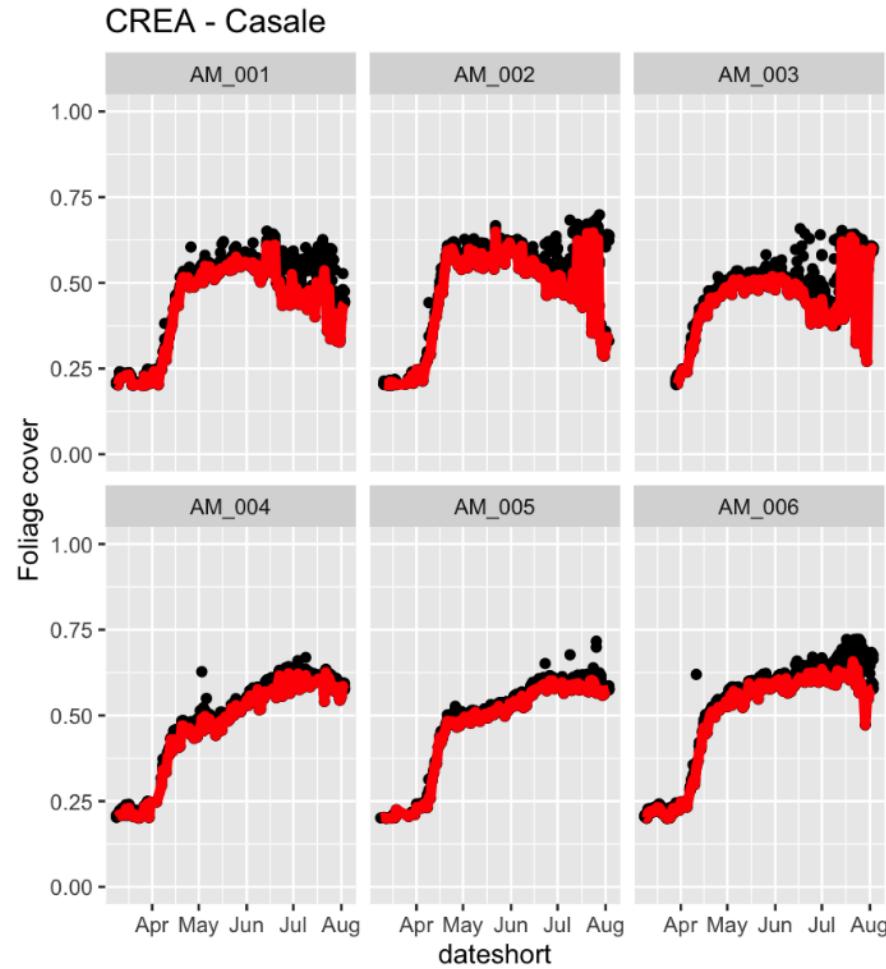
Francesco Chianucci¹  · Carlotta Ferrara² · Nicola Puletti³

Received: 10 March 2022 / Accepted: 7 August 2022
© The Author(s), under exclusive licence to Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2022

Package coverR allows to import, classify and analyze Digital Cover Photography (DCP) images of tree canopies and export forest canopy attributes like Foliage Cover and Leaf Area Index (LAI). The DCP method was pioneered by Macfarlane et al. 2007a and it is based in acquiring upward-looking images of tree crowns using a *normal* lens, namely a lens with a restricted (typically 30°) field of view (FOV).



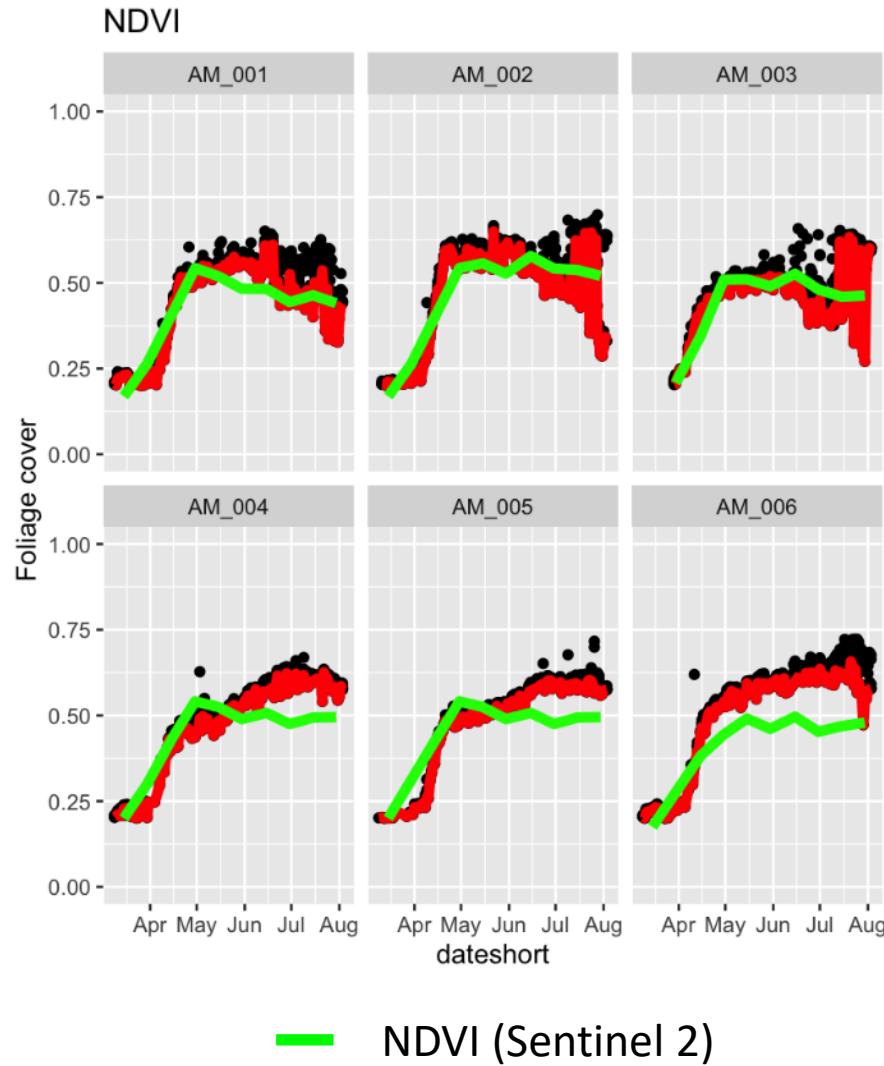
Tecnologie di precisione in pioppicoltura



- Profili vegetativi dei pioppi 2022

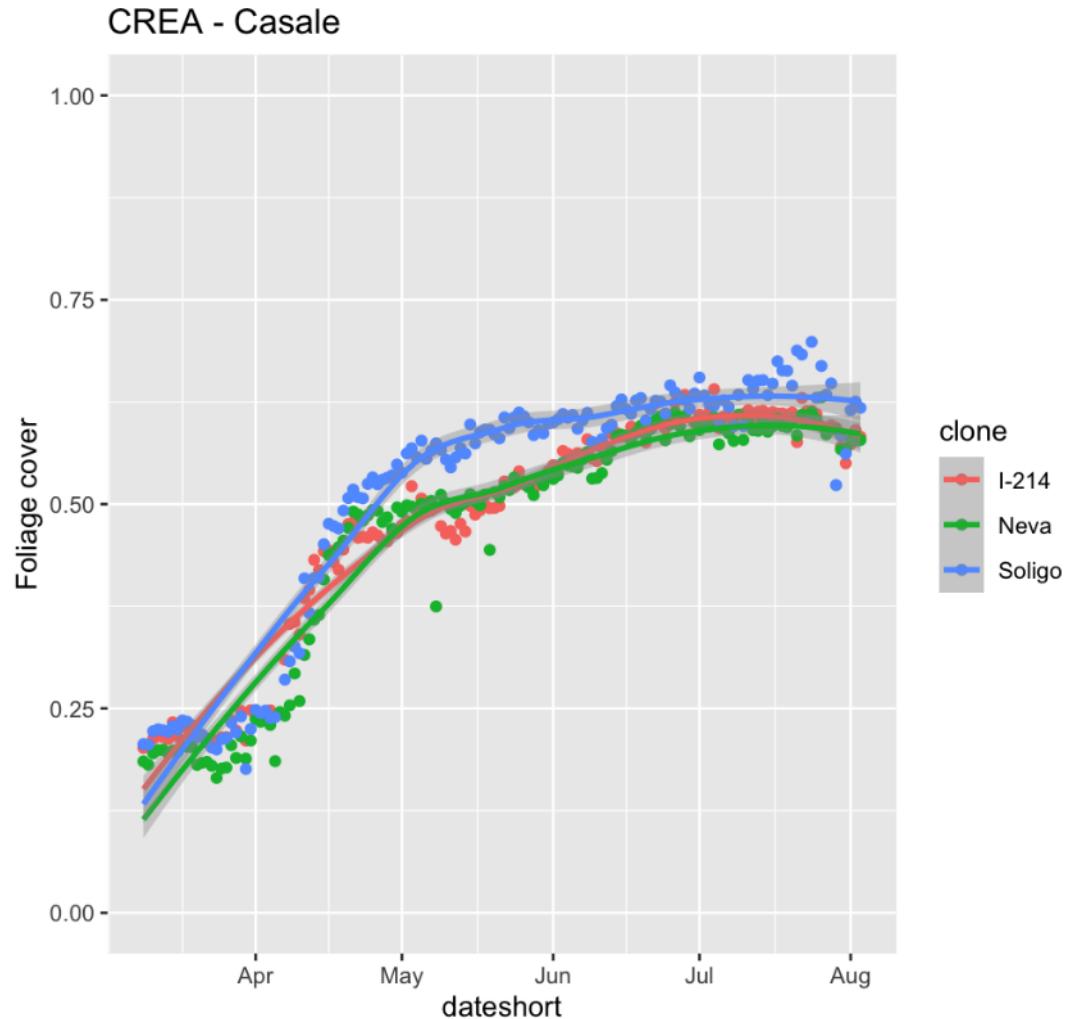


Tecnologie di precisione in pioppicoltura



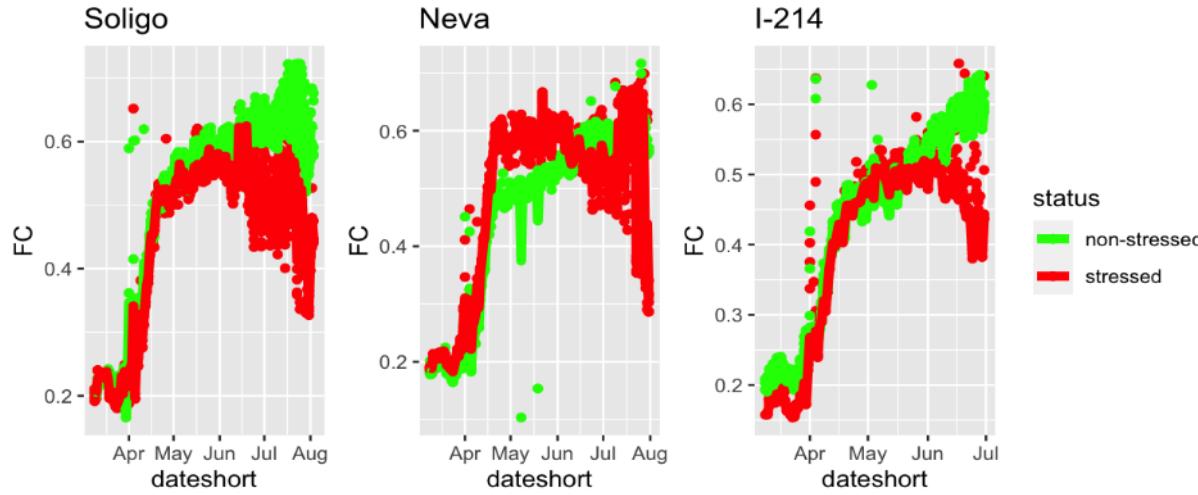
- Profili vegetativi dei pioppi 2022
- Stime a terra congrue con NDVI S2

Tecnologie di precisione in pioppicoltura

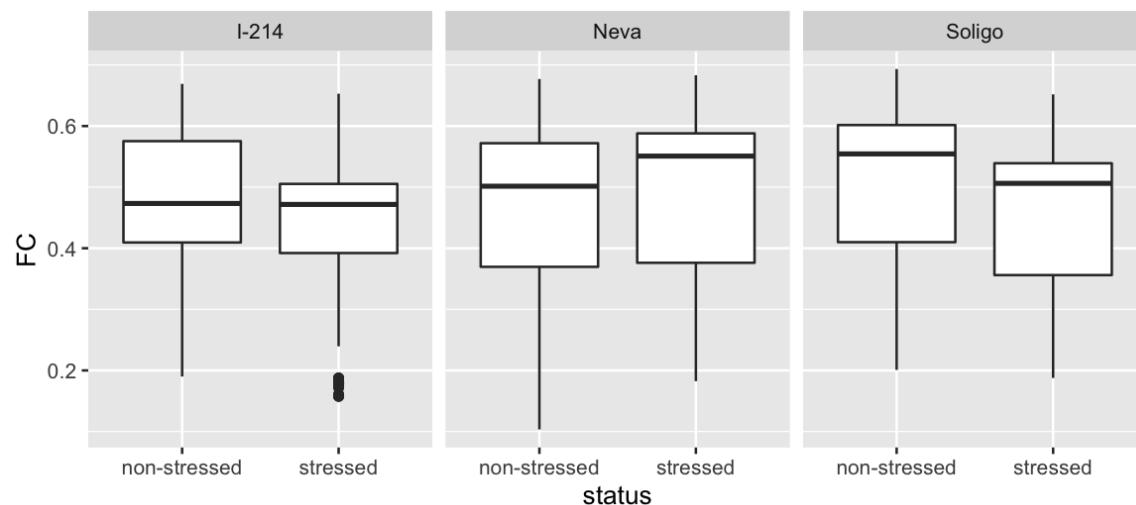


- Profili vegetativi dei pioppi 2022
- Stime a terra congrue con NDVI S2
- Differenti risposte Cloni

Tecnologie di precisione in pioppicoltura



- Profili vegetativi dei pioppi 2022
- Stime a terra congrue con NDVI S2
- Differenti risposte Cloni
- Differenti risposte Stress



Conclusioni

- Pioppicoltura rappresenta un settore di interesse per le applicazioni di precisione
 - Turni brevi, rapida capacità di accrescimento
 - Stress si traducono in rapide risposte a livello fogliare–chioma -> monitoraggio frequente
- Gli strumenti forniscono informazioni e risposte multiscalari
 - TLS misure di dettaglio a scala di singolo albero – pioppeto
 - SAPR permettono di ridurre misure a terra e risposte a più ampia scala
- Rete di monitoraggio fototrappole
 - Soluzione low-cost ad elevata flessibilità
 - Possibilità di realizzare reti di monitoraggio “participate”





GRAZIE

Francesco CHIANUCCI (fchianucci@gmail.com)



Gruppo di lavoro CREA: Francesco CHIANUCCI, Achille Giorcelli, Domenico Coaloa, Piermario Chiarabaglio, Carlo Bisaglia, Massimo Brambilla, Elio Romano, Massimo Gennaro, Luca Marchino, Claudio Bidini, Nicola Puletti, Walter Mattioli, Giovanni Cabassi, Sofia Bajocco, Carlotta Ferrara, Sara Bergante, Simone Cantamessa

Gruppo di lavoro UNIFI: Francesca Giannetti, Gherardo Chirici, Giovanni d'Amico, Saverio Francini, Clara Tattoni



27 Settembre 2022
Gazzo - S. Giorgio Bigarello (Mantova)

