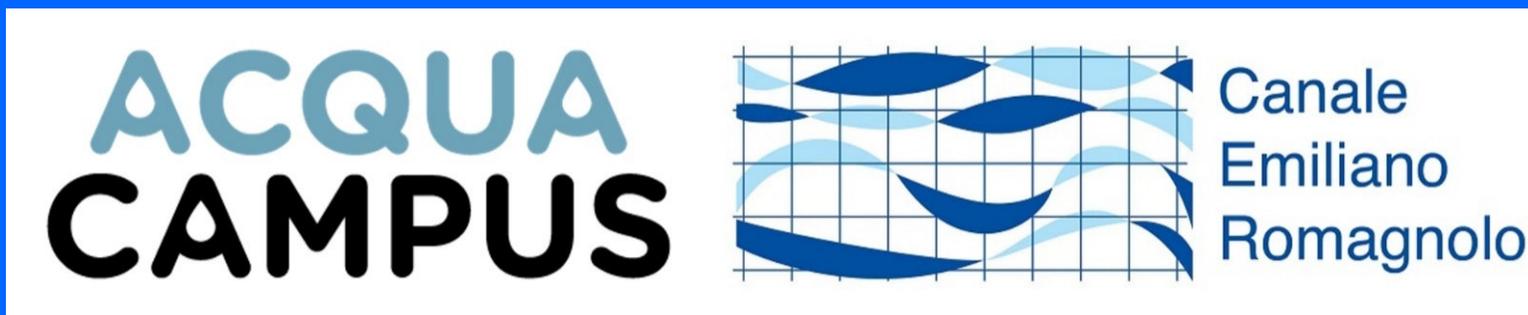
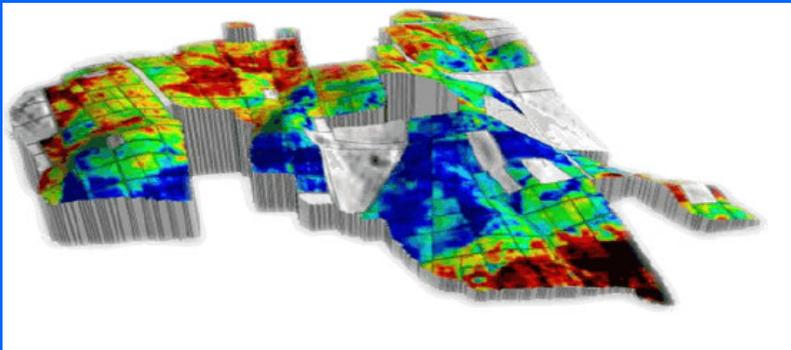


Irrigazione e Fertirrigazione di precisione: valutazione della variabilità spaziale e temporale attraverso nuove tecnologie

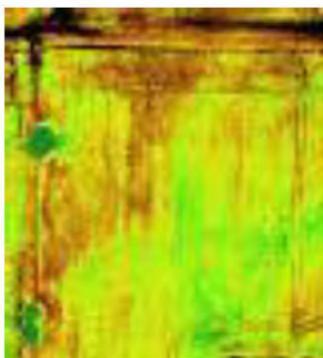
Tommaso Letterio



Variabilità di suolo



Per azienda/territorio



Per appezzamento



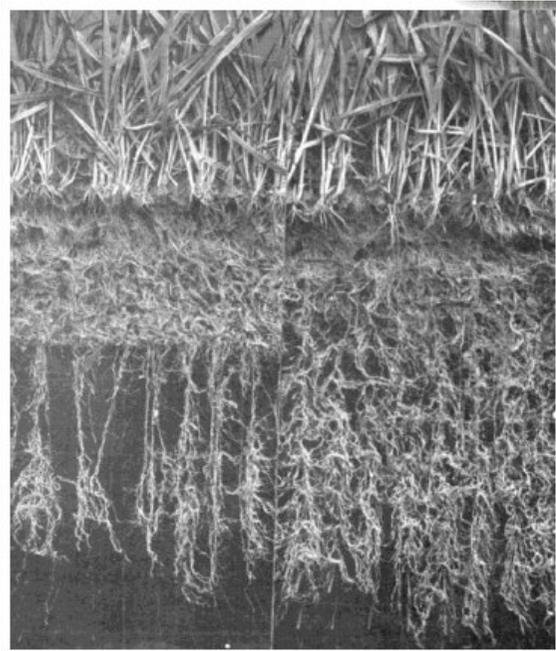
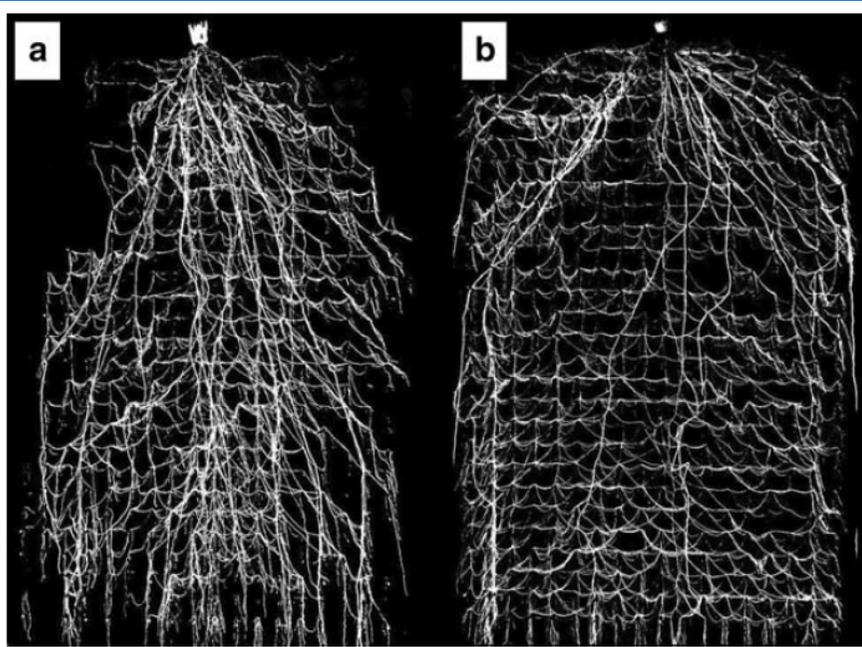
Per pianta

.....granulometria/strutturale

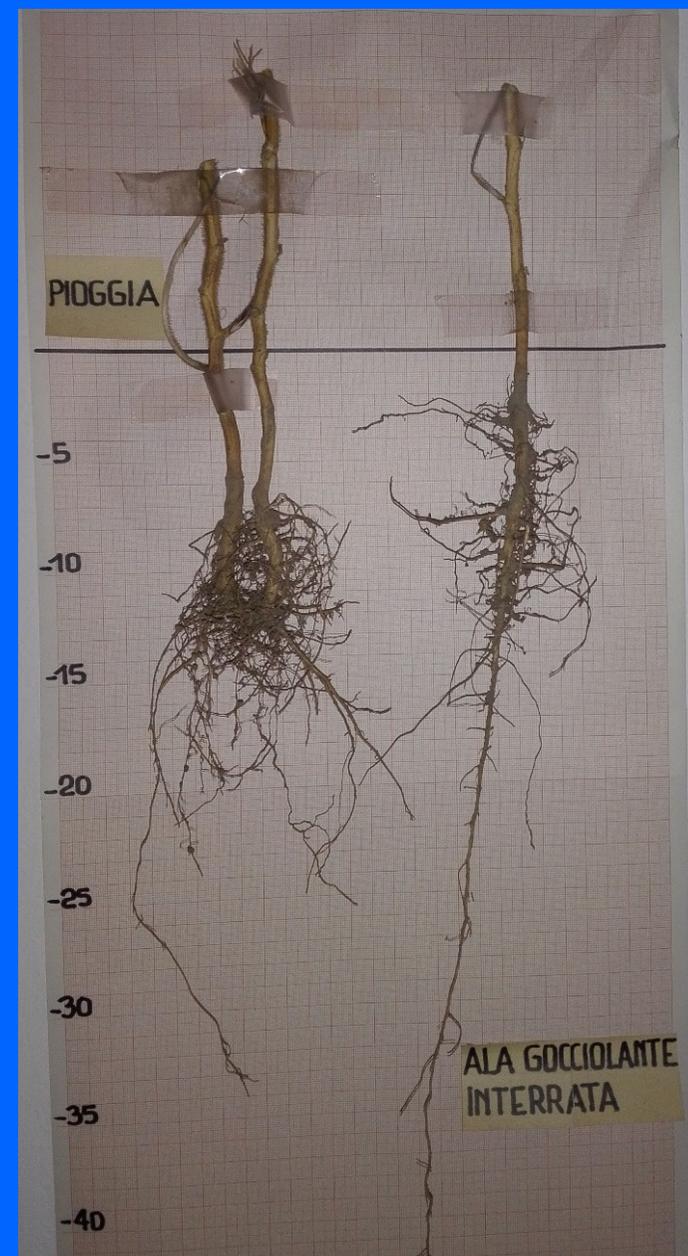
Variabilità delle colture: parte aerea



Variabilità delle colture: parte ipogea



- Le colture creano/rispondono alla variabilità
- Le colture incrementano/riducono la variabilità



Possiamo tenerne di conto?

- 1) Si prende la variabilità in considerazione per avere un campione più rappresentativo utilizzando un valore medio
- 2) Si caratterizza la variabilità spaziale in 2D (x,y) utilizzando tecnologie e tecniche per valutarla

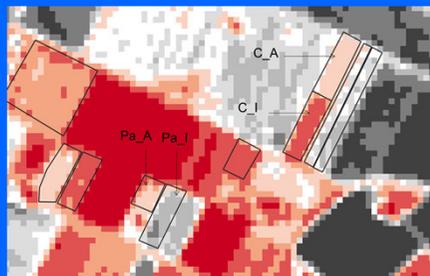
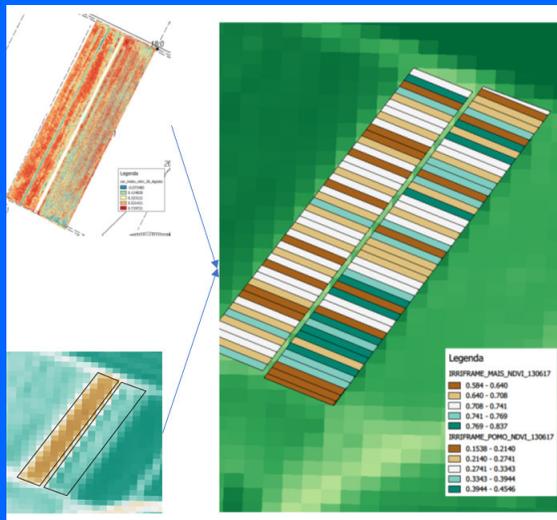
1) Rilievi a terra:

1. Campionamenti o rilievi diretti
2. Strumenti per il rilievo di parametri diretti o indiretti con GPS: calibrazione

2) Rilievi da remoto (droni, satellite): calibrazione

Rilievi veloci, non distruttivi, georeferenziati a scala appropriata, a basso costo, facilmente fruibili

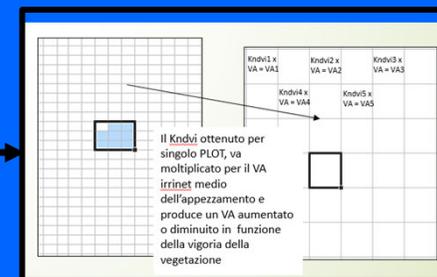
Satellite per l'irrigazione VRI



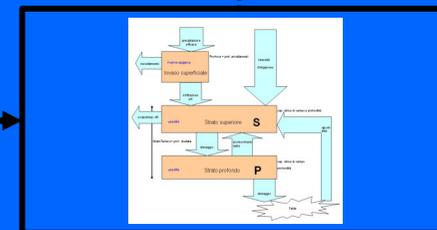
Ass



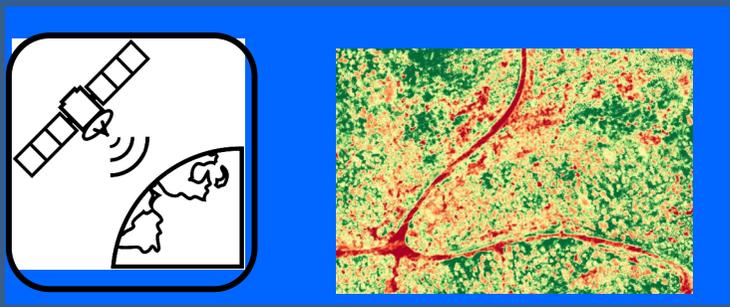
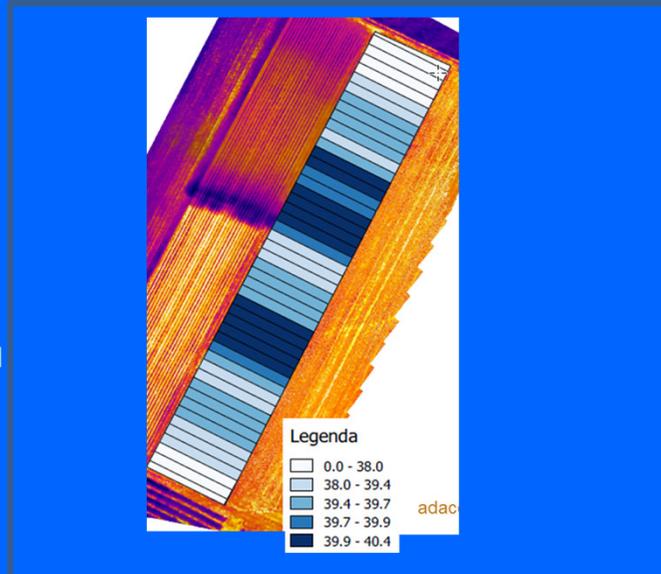
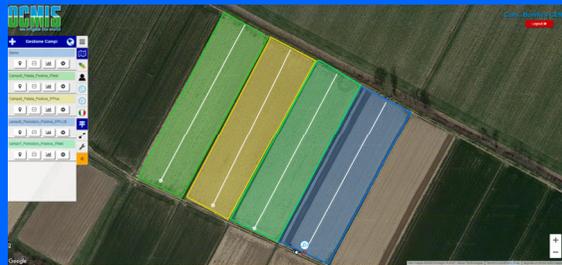
Irrigation Advice



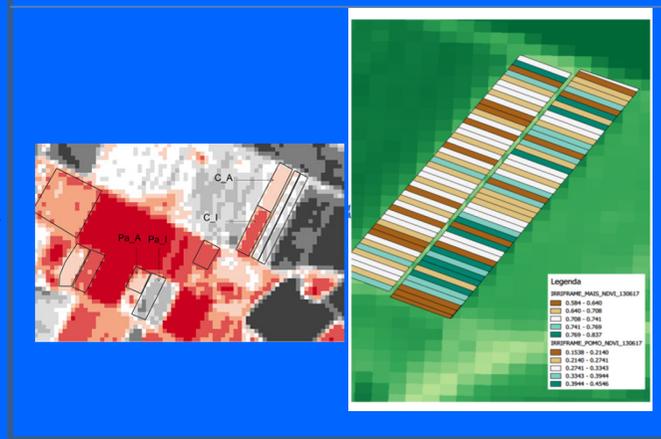
SWAP balance



Satellite per l'irrigazione VRI ed AUTOMAZIONE



SAT Positive Server



Positive Server

Caratterizzazione della variabilità spaziale in 2D

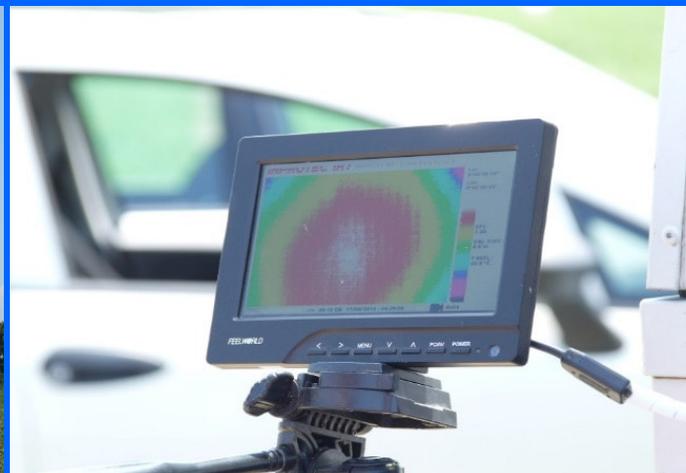
Rilievi da remoto - Drone



Caratterizzazione della variabilità spaziale in 2D

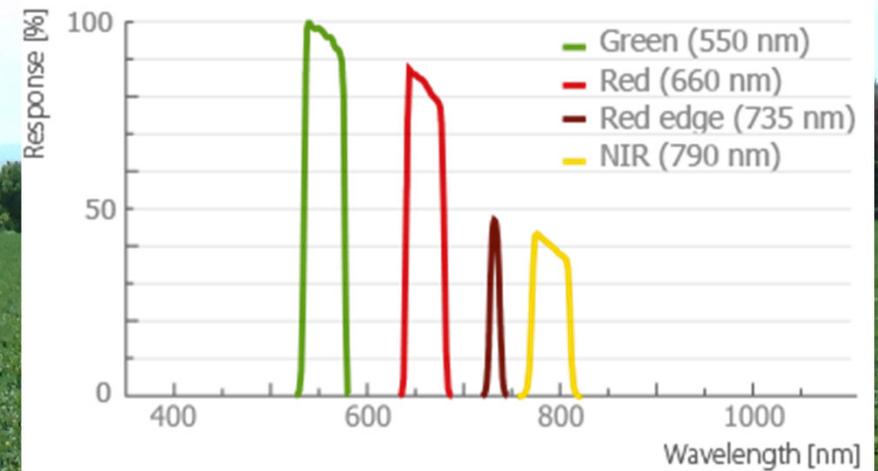
Rilievi da remoto - Drone

L'impiego dei droni per il monitoraggio idrico delle colture è già in fase di ricerca e sperimentazione: con l'impiego di **sensori multispettrali** e all'**infrarosso termico** vengono studiati gli indici più idonei a descrivere situazioni di stress idrico.



Caratterizzazione della variabilità spaziale in 2D

Rilievi da remoto – Drone : Multispettrale

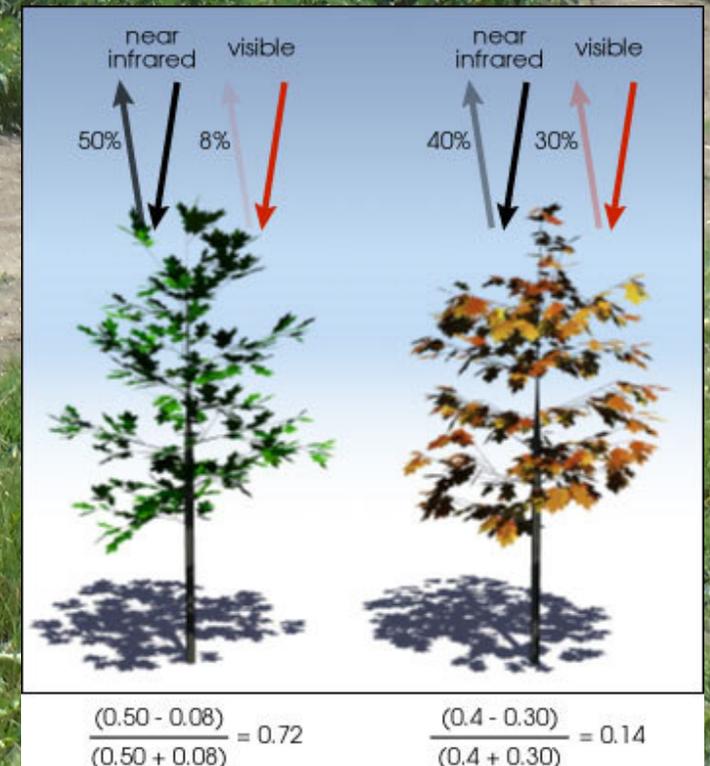


The pigment in plant leaves, chlorophyll, strongly absorbs visible light (from 0.4 to 0.7 μm) for use in photosynthesis. The cell structure of the leaves, on the other hand, strongly reflects near-infrared light (from 0.7 to 1.1 μm).

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{VIS}}{\text{NIR} + \text{VIS}}$$

Normalized Difference Vegetation Index

sensibile alla biomassa della pianta, ben correlato al LAI e ai Kc delle colture



Caratterizzazione della variabilità spaziale in 2D

Rilievi da remoto – Drone: infrarosso termico



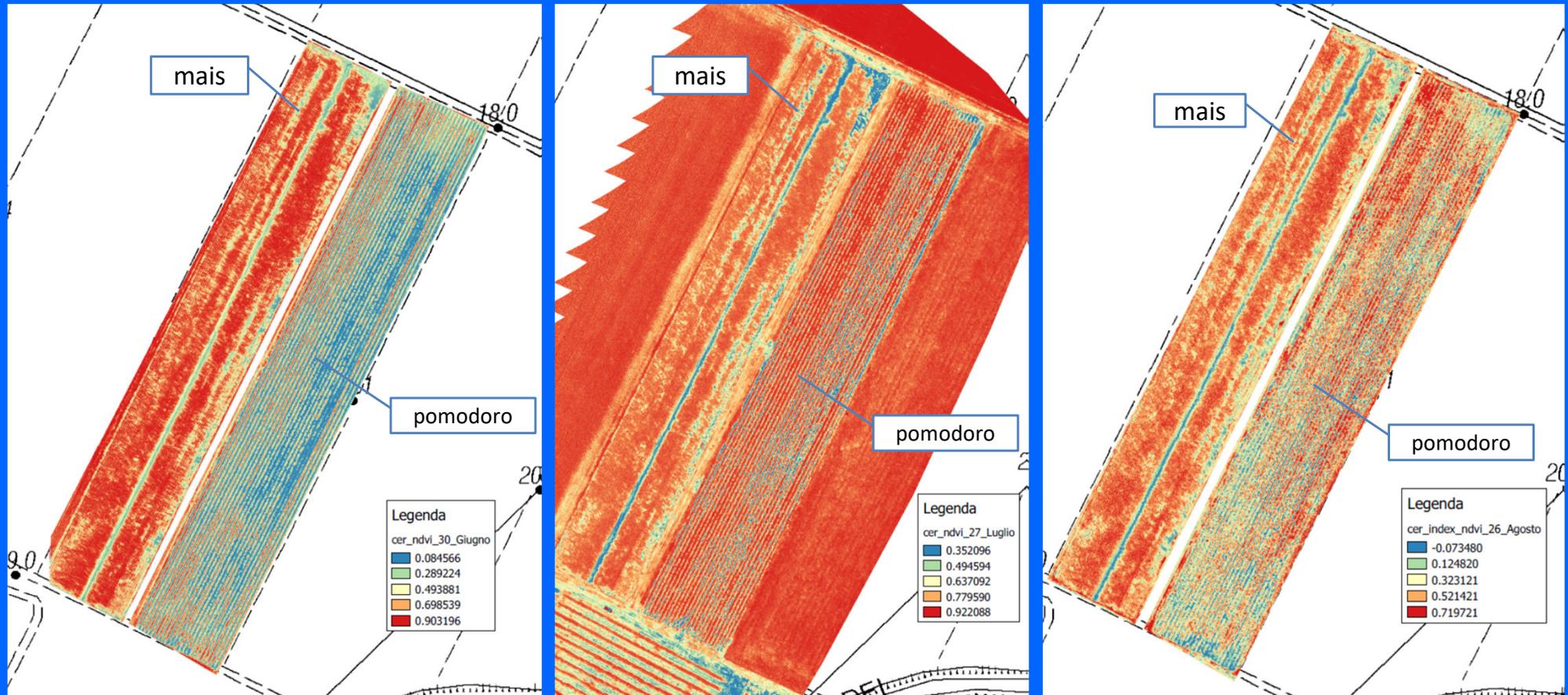
la **temperatura fogliare** è direttamente correlata a situazioni di **STRESS IDRICO ISTANTANEO**: le piante in buono stato di rifornimento idrico regolano la propria temperatura fogliare con la traspirazione



Caratterizzazione della variabilità spaziale in 2D

Rilievi da remoto – DRONE

Elaborazioni delle immagini di NDVI ottenute con il sensore multispettrale del drone



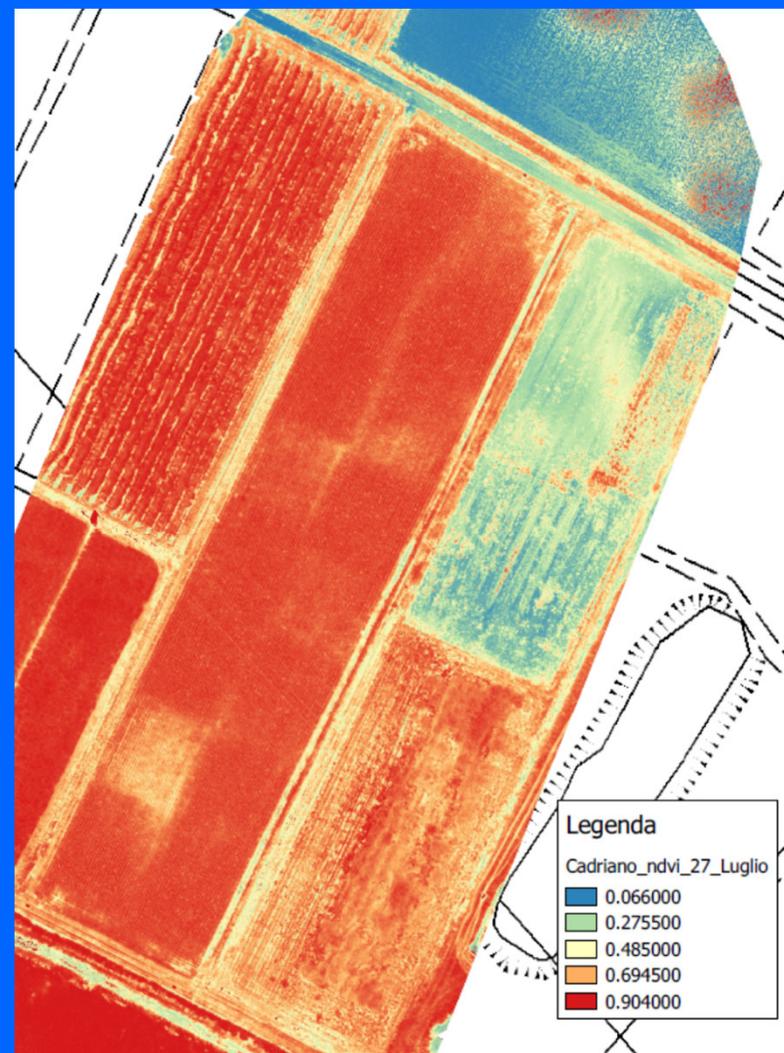
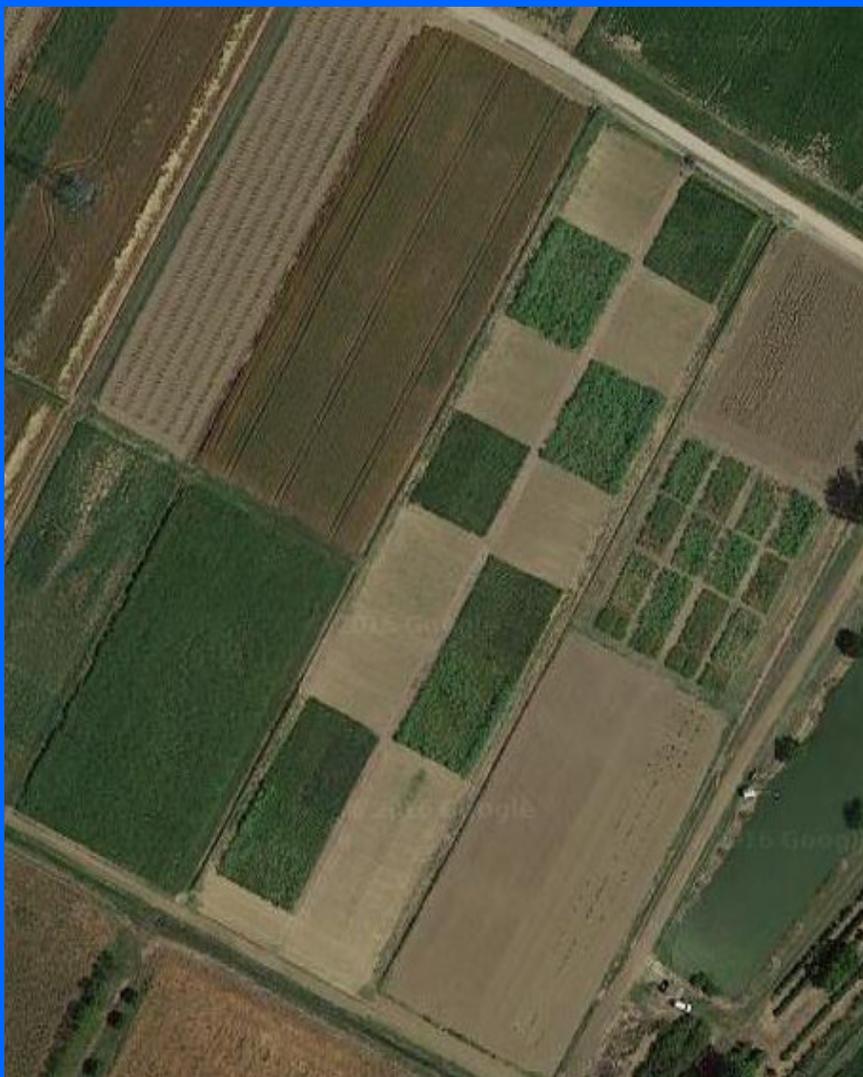
30 giugno

27 luglio

26 agosto

Caratterizzazione della variabilità spaziale in 2D

Rilievi da remoto – DRONE



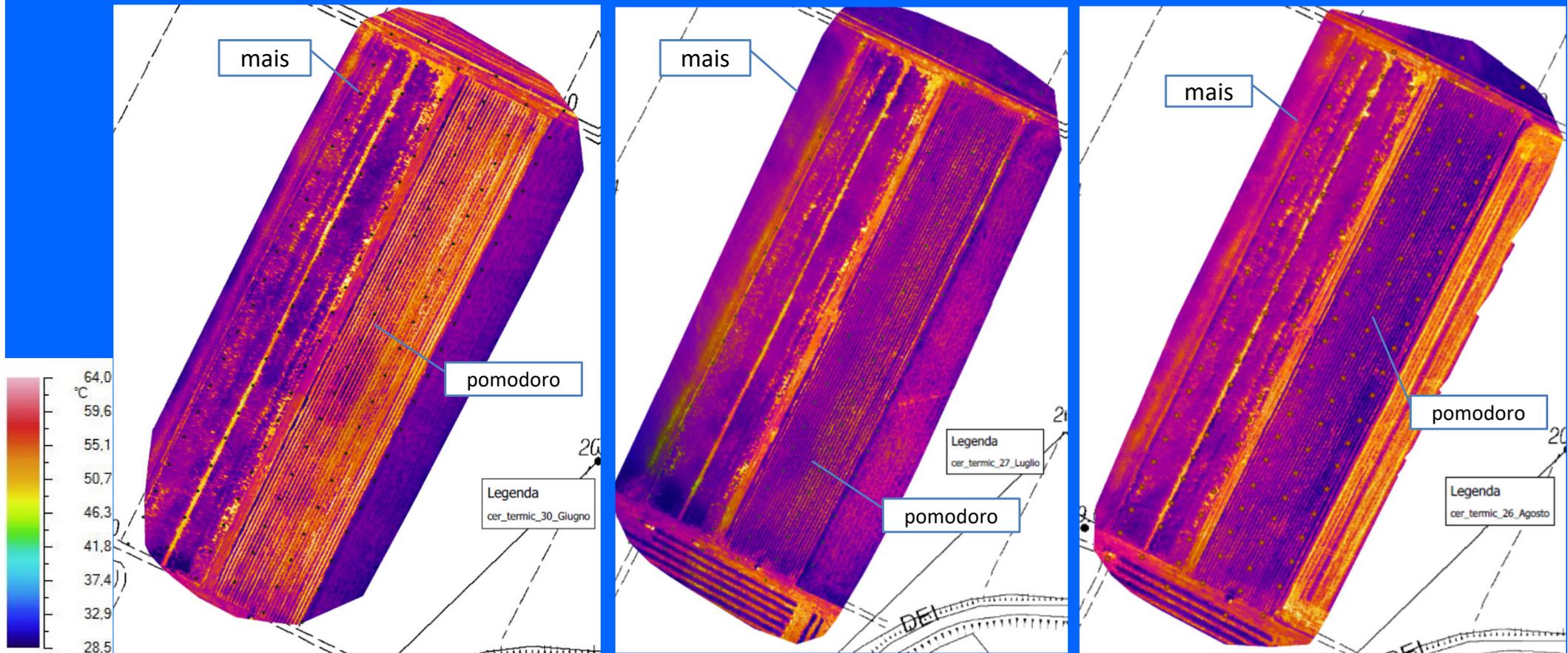
campo parcellare 2015

NDVI 27 luglio 2016

Caratterizzazione della variabilità spaziale in 2D

Rilievi da remoto – DRONE

Elaborazioni delle immagini temperatura ottenute con il sensore all'infrarosso termico del drone



30 giugno

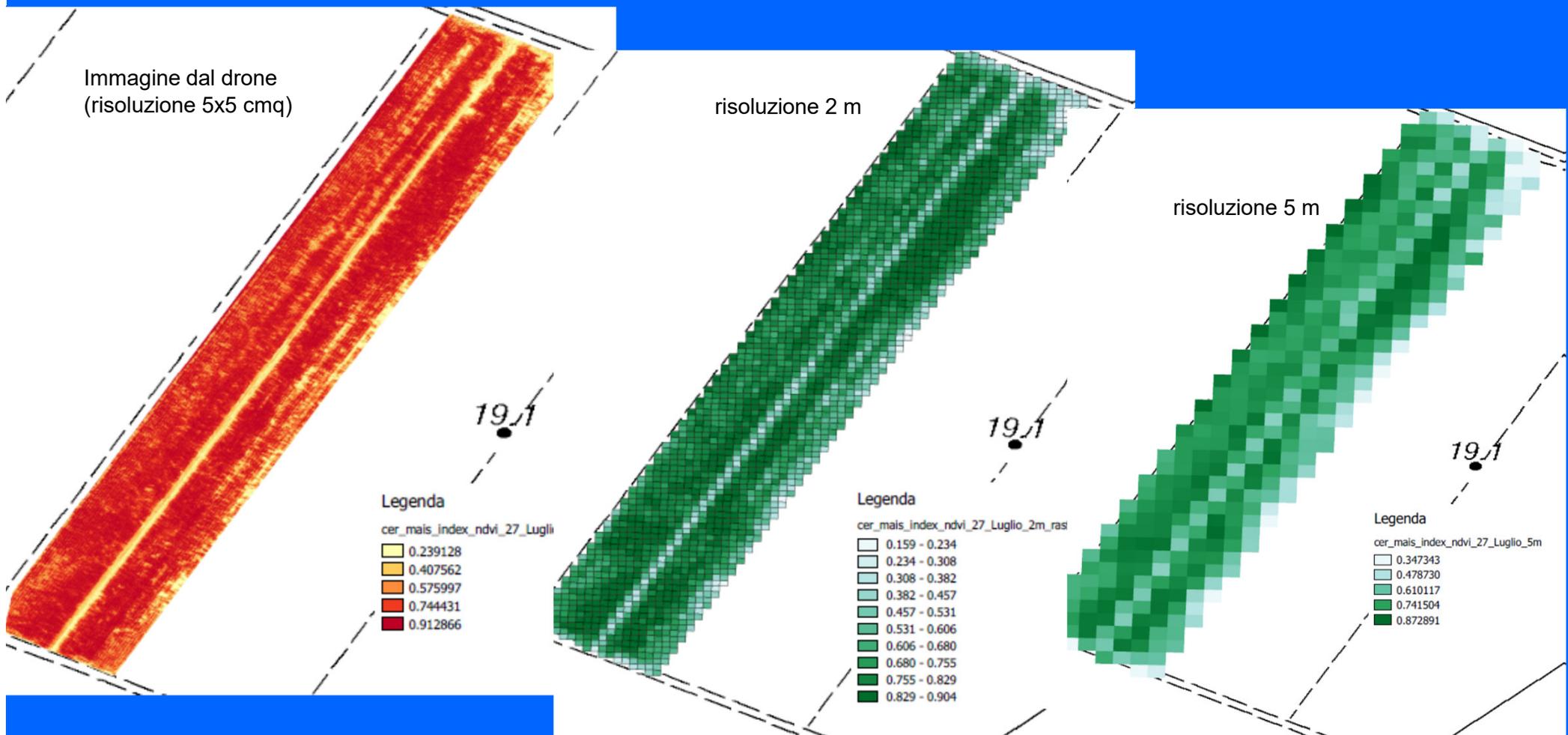
27 luglio

26 agosto

Caratterizzazione della variabilità spaziale in 2D

Rilievi da remoto – DRONE

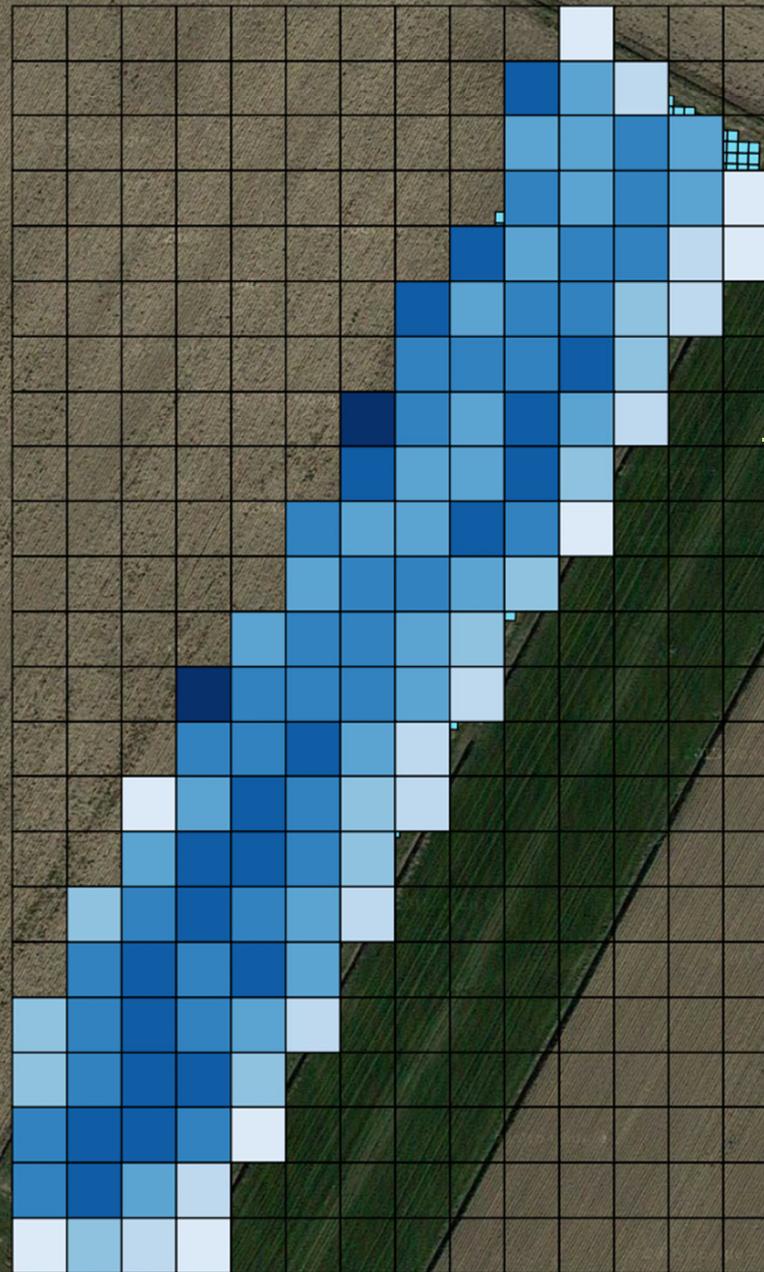
a) Integrazione mappe di variabilità DRONE - IRRINET: verrà implementata una procedura di calcolo per dividere l'appezzamento geo referenziato di IRRINET in tante sub-parcelle omogenee per aggregazioni successive a partire dai valori puntuali di NDVI (risoluzione 5x5 cmq)



Caratterizzazione della variabilità spaziale in 2D

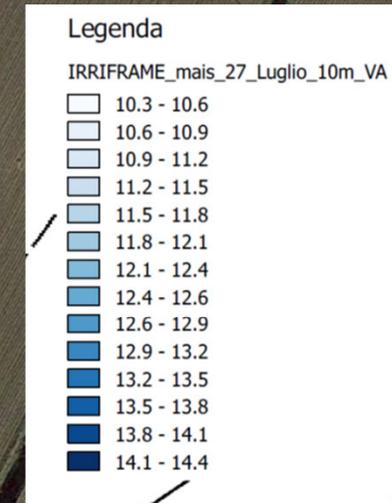
Rilievi da remoto – DRONE

a) Integrazione mappe di variabilità DRONE - IRRINET: verrà prodotta una mappa di prescrizione da applicare al successivo intervento irriguo previsto dal bilancio idrico di IRRINET, e calcolati i differenti volumi irrigui da restituire



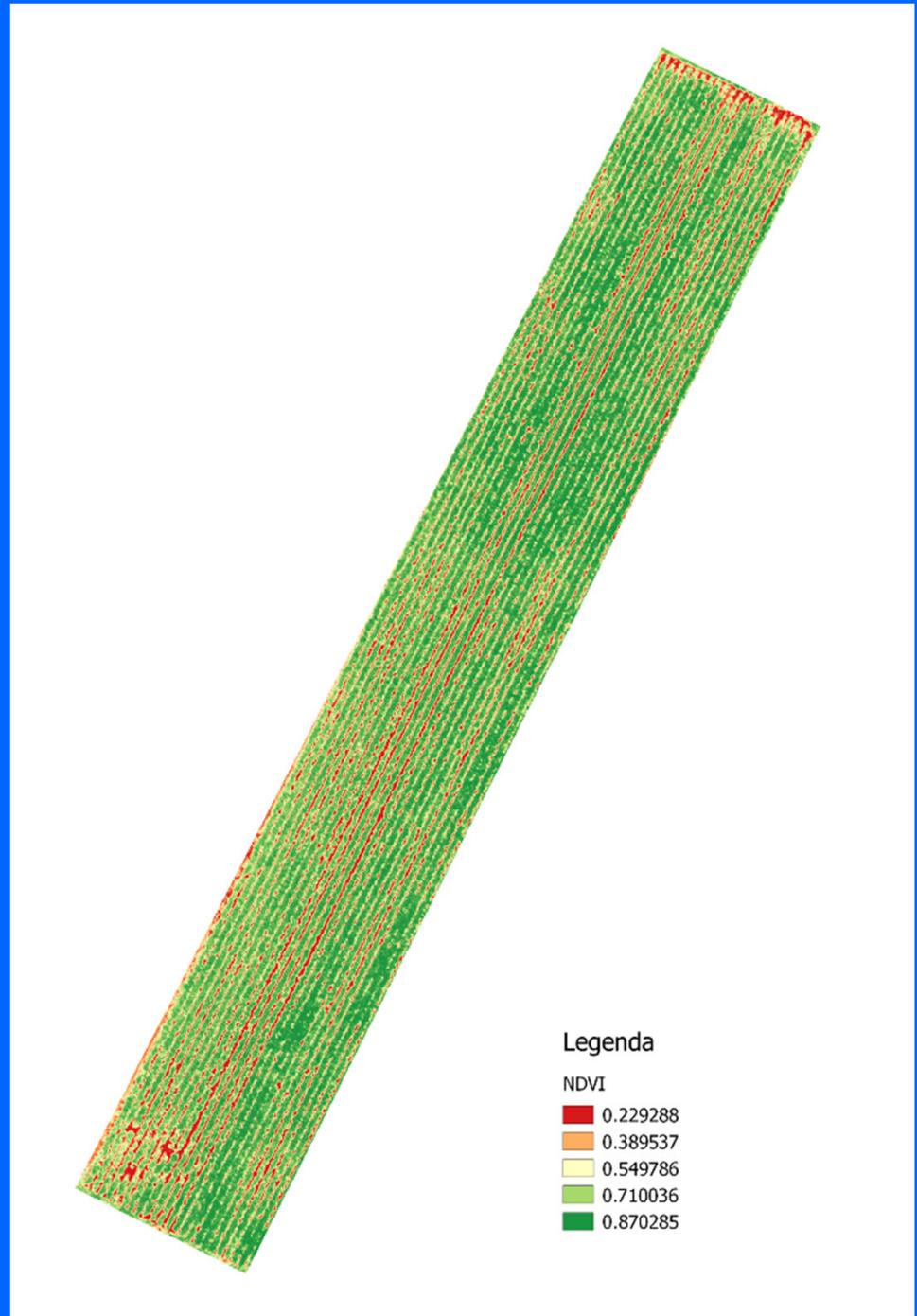
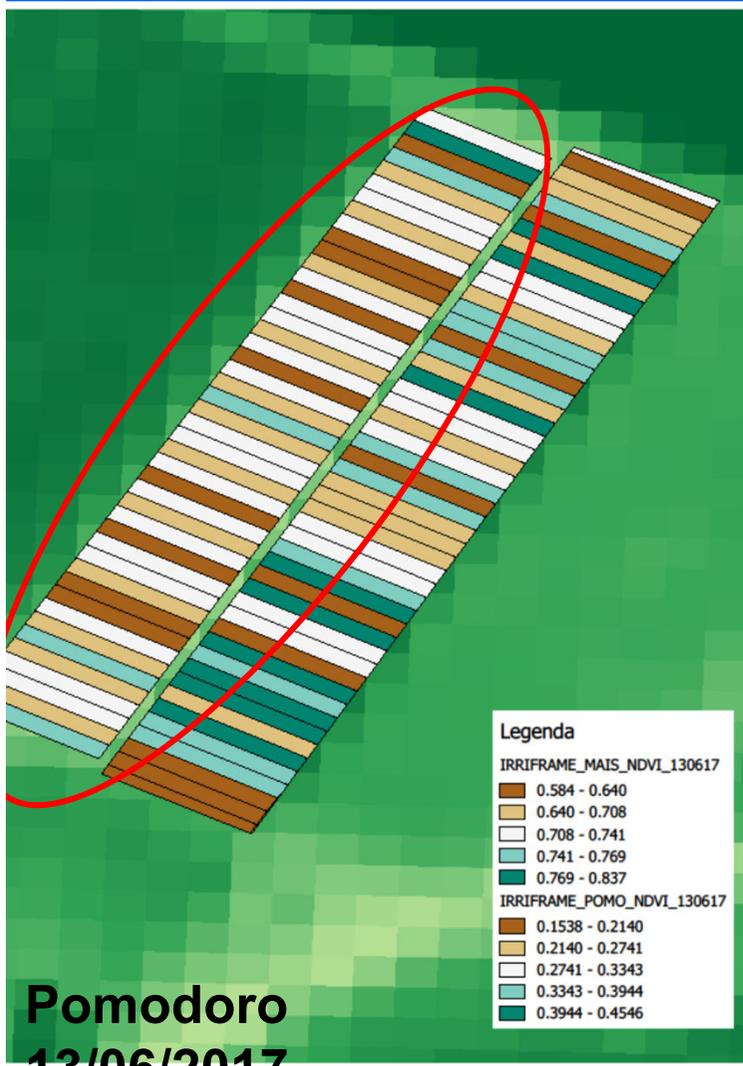
Risoluzione 10 x 10 mq

VOLUMI DI ADACQUATA DIFFERENZIATI



Caratterizzazione della variabilità spaziale in 2D

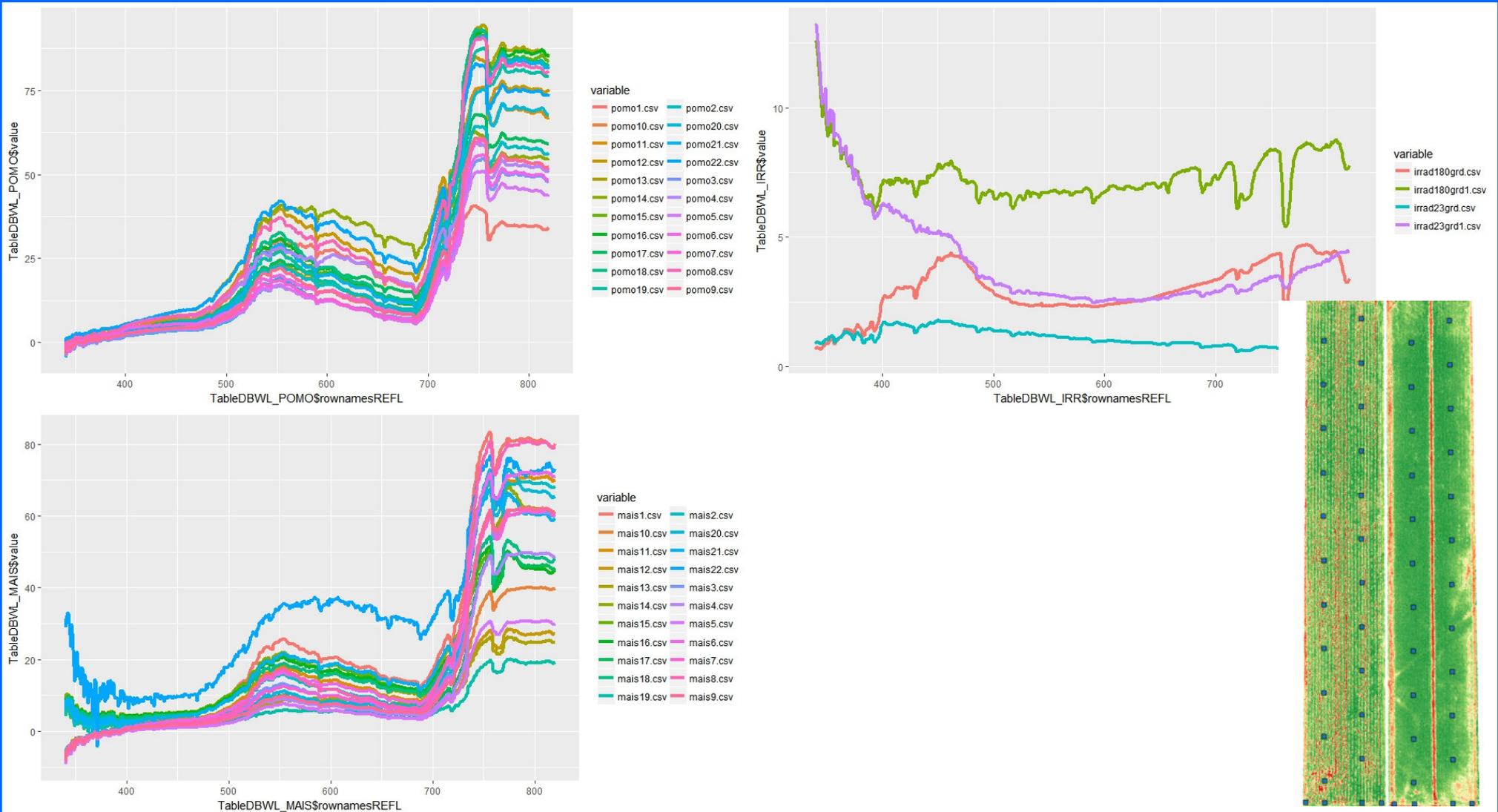
Rilievi da remoto – Drone: NDVI



Caratterizzazione della variabilità spaziale in 2D

2) Rilievi da remoto – Drone: NDVI

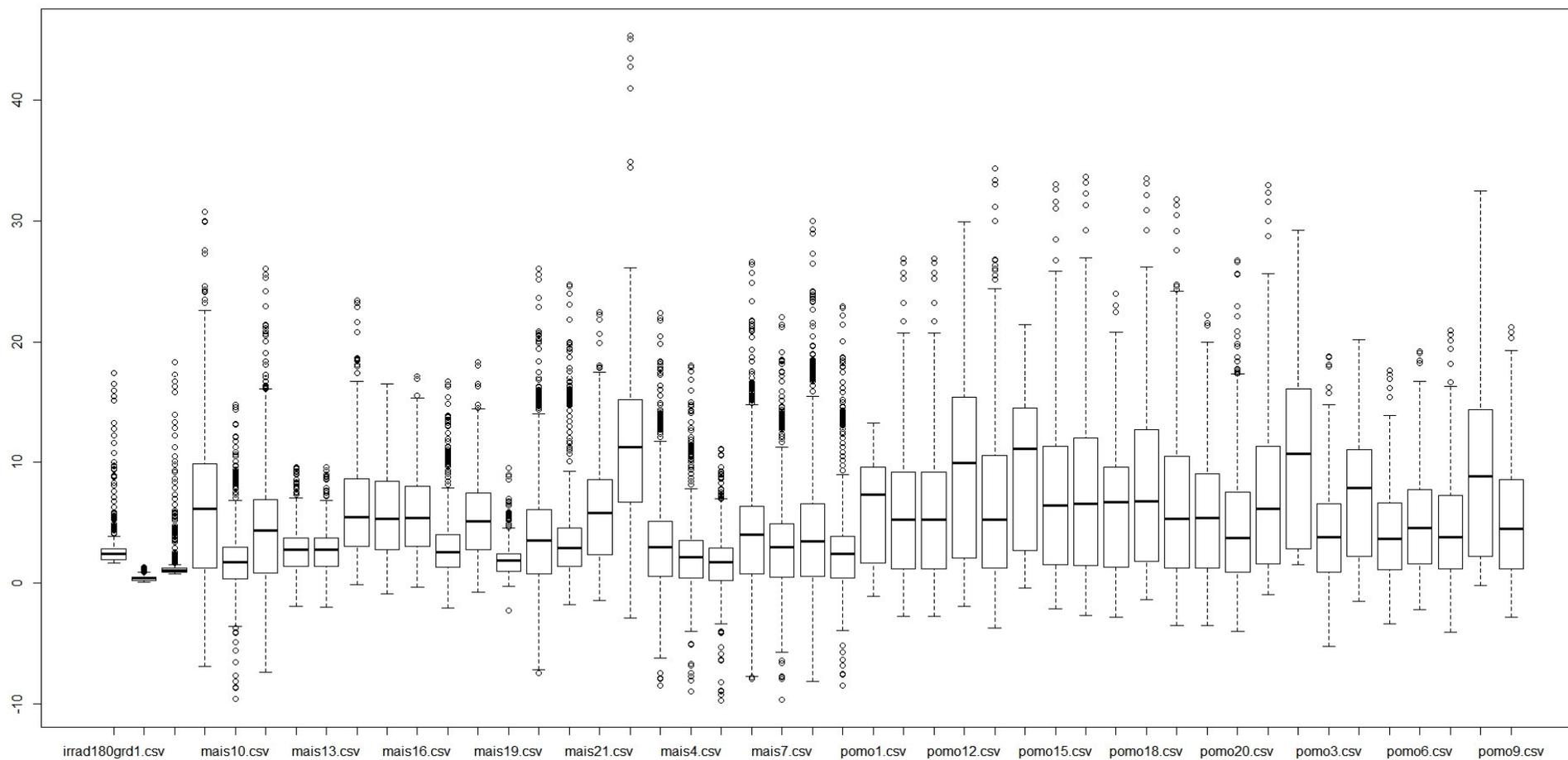
Spectral signature – marsili 03-08-2017



Caratterizzazione della variabilità spaziale in 2D

2) Rilievi da remoto – Drone: NDVI

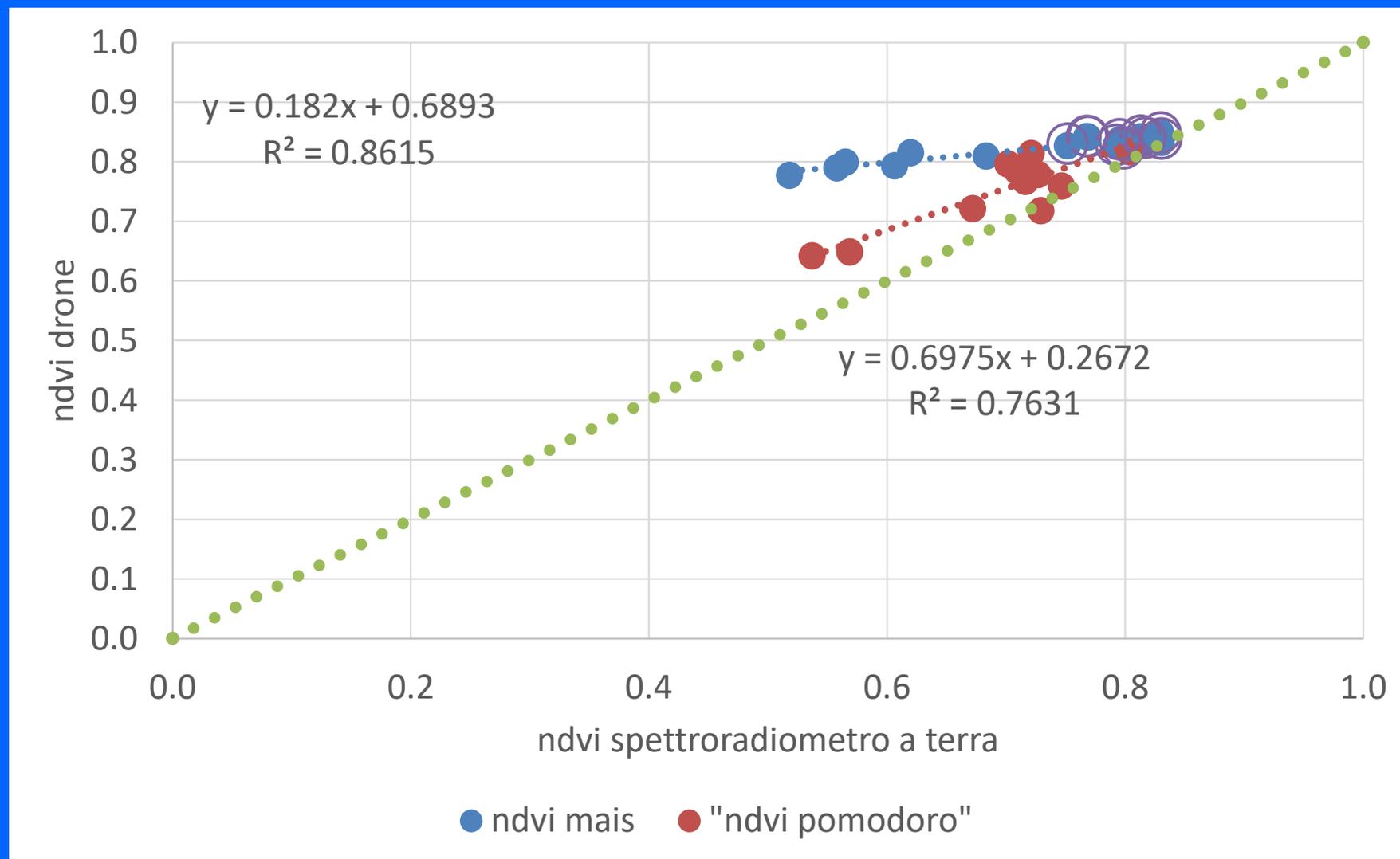
Box plot reflectance – Marsili per punti a terra



Caratterizzazione della variabilità spaziale in 2D

2) Rilievi da remoto – Drone: NDVI

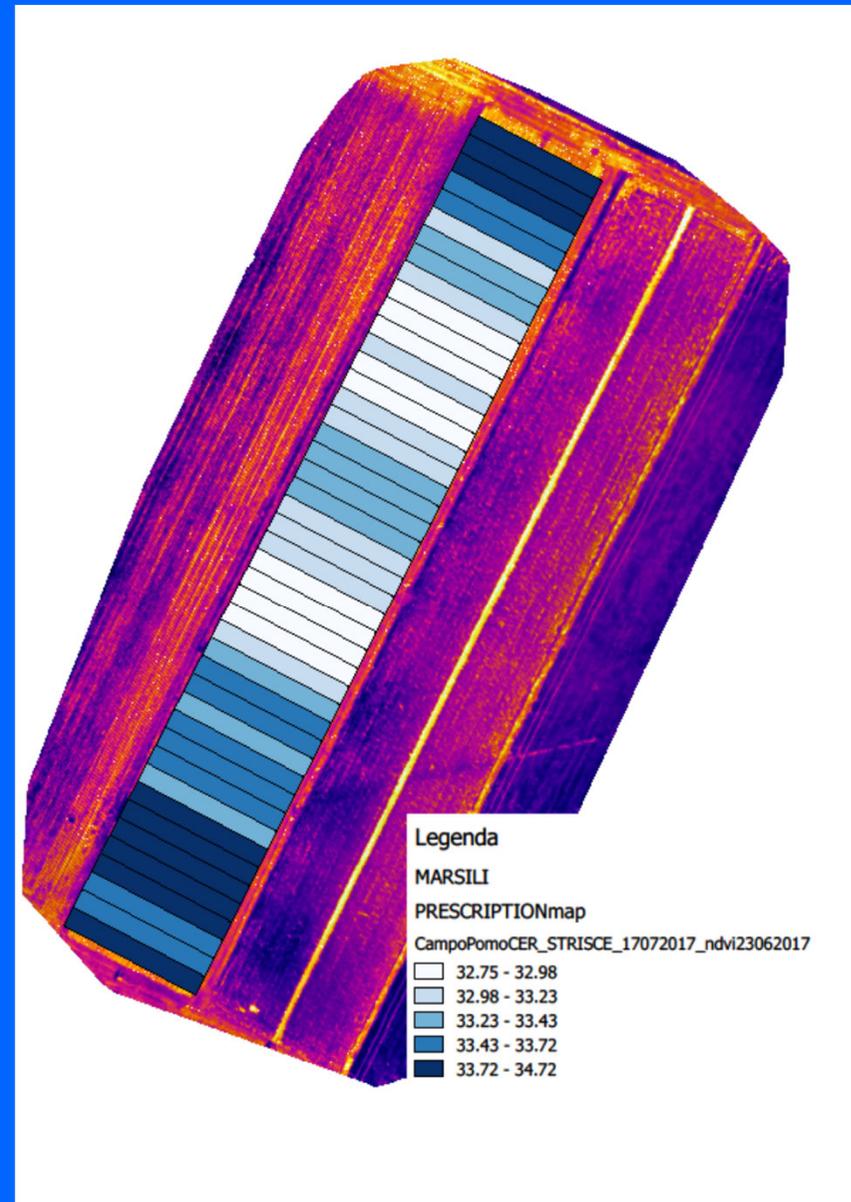
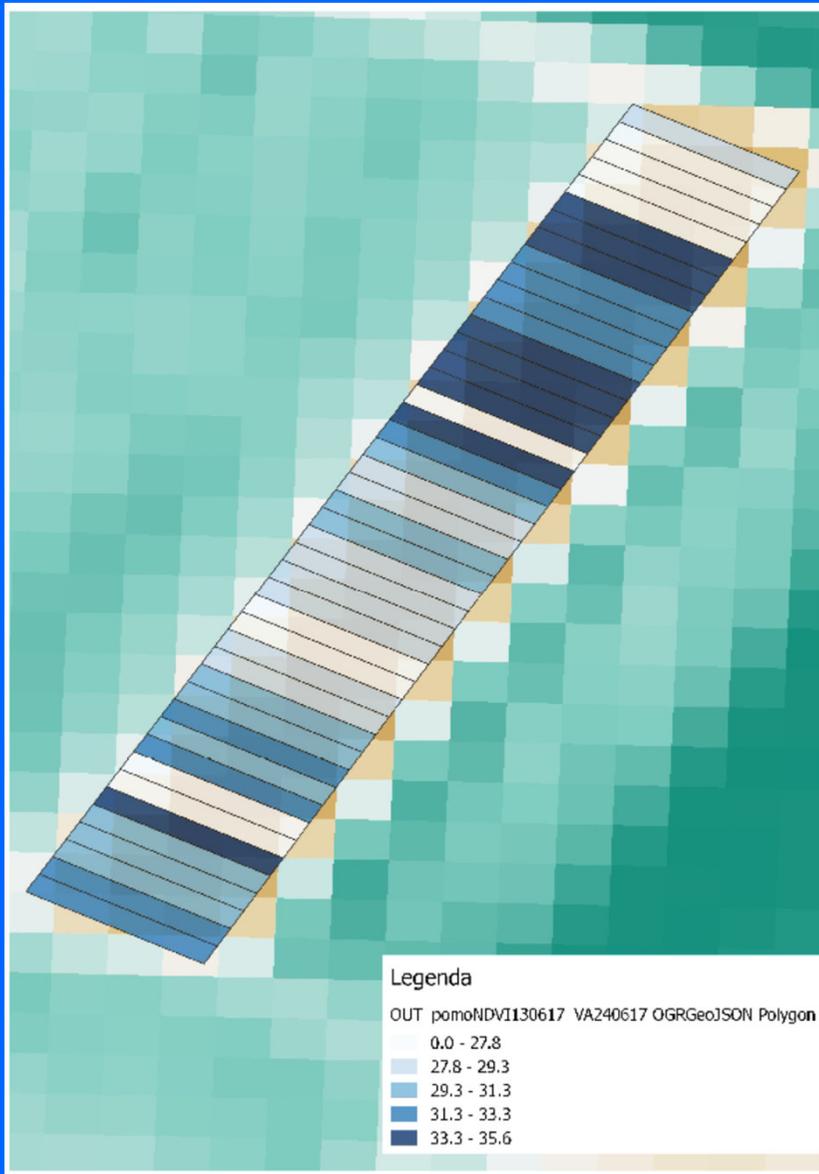
NDVI – drone vs. ground truth



Caratterizzazione della variabilità spaziale in 2D

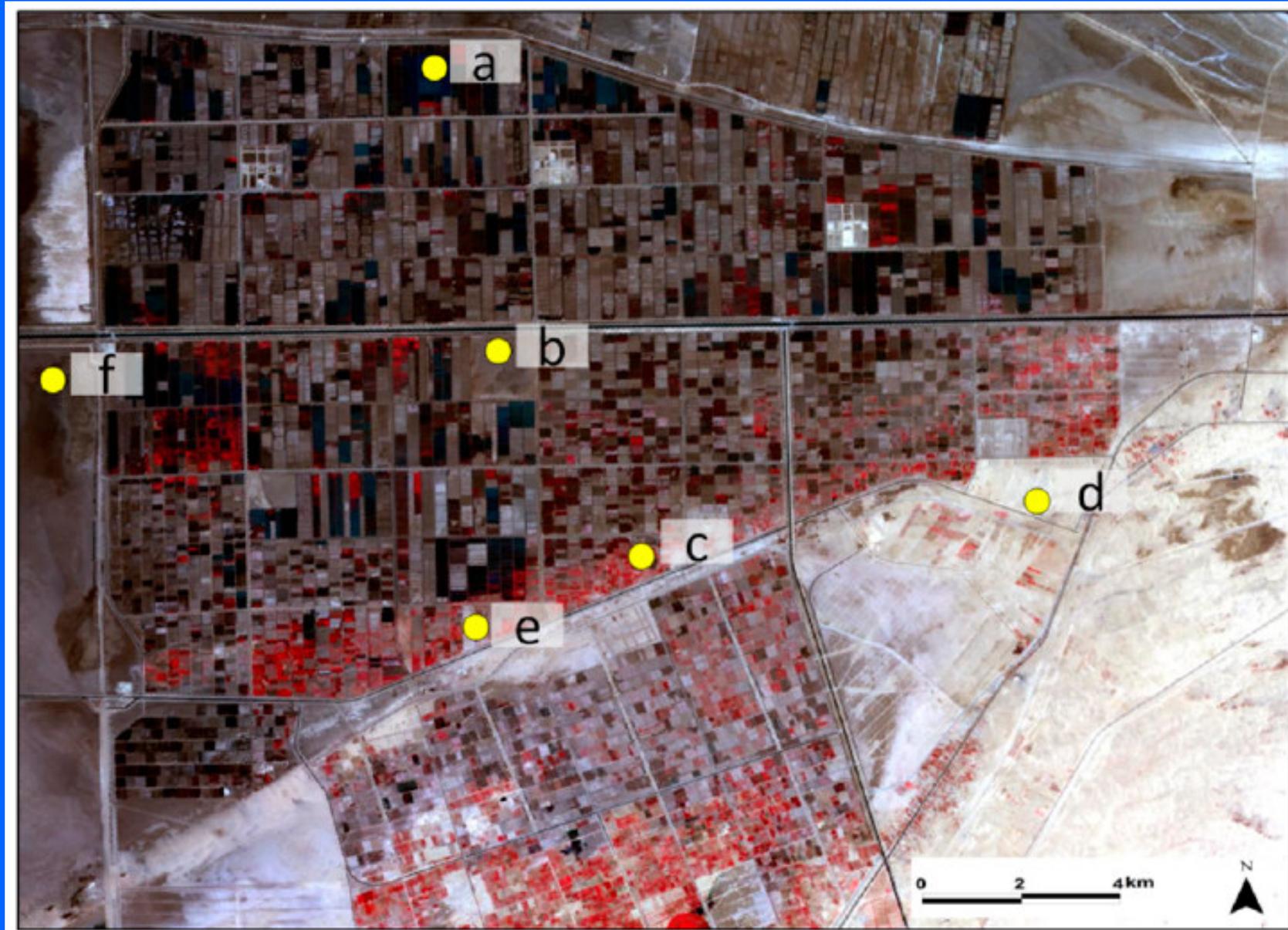
Rilievi da remoto – Drone: NDVI

Mappe di prescrizione del VA a rateo variabile



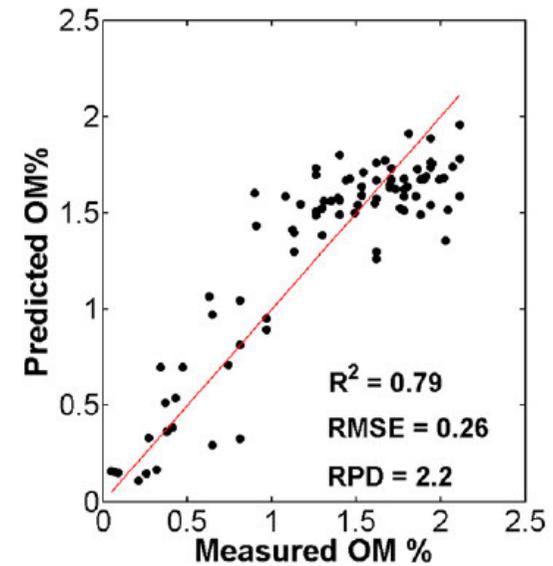
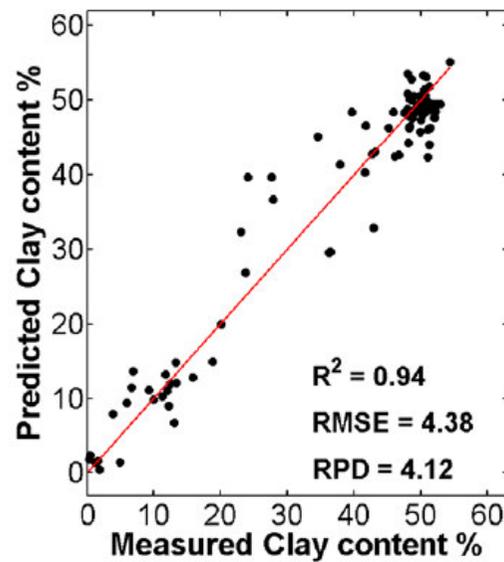
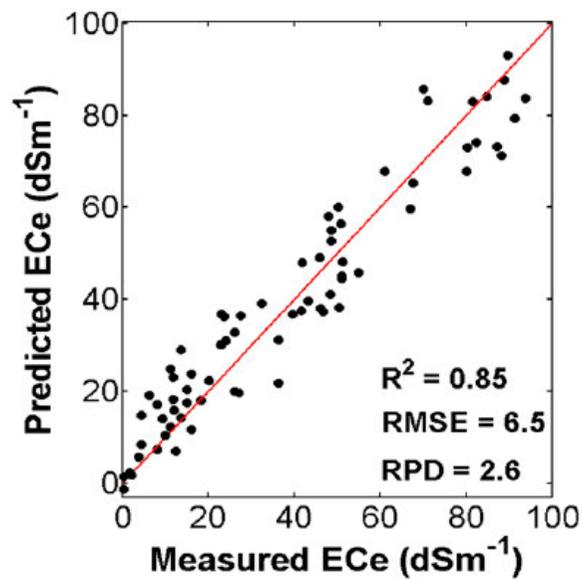
Caratterizzazione della variabilità spaziale in 2D

Rilievi da remoto – Satellite: Clay, OM from Aster



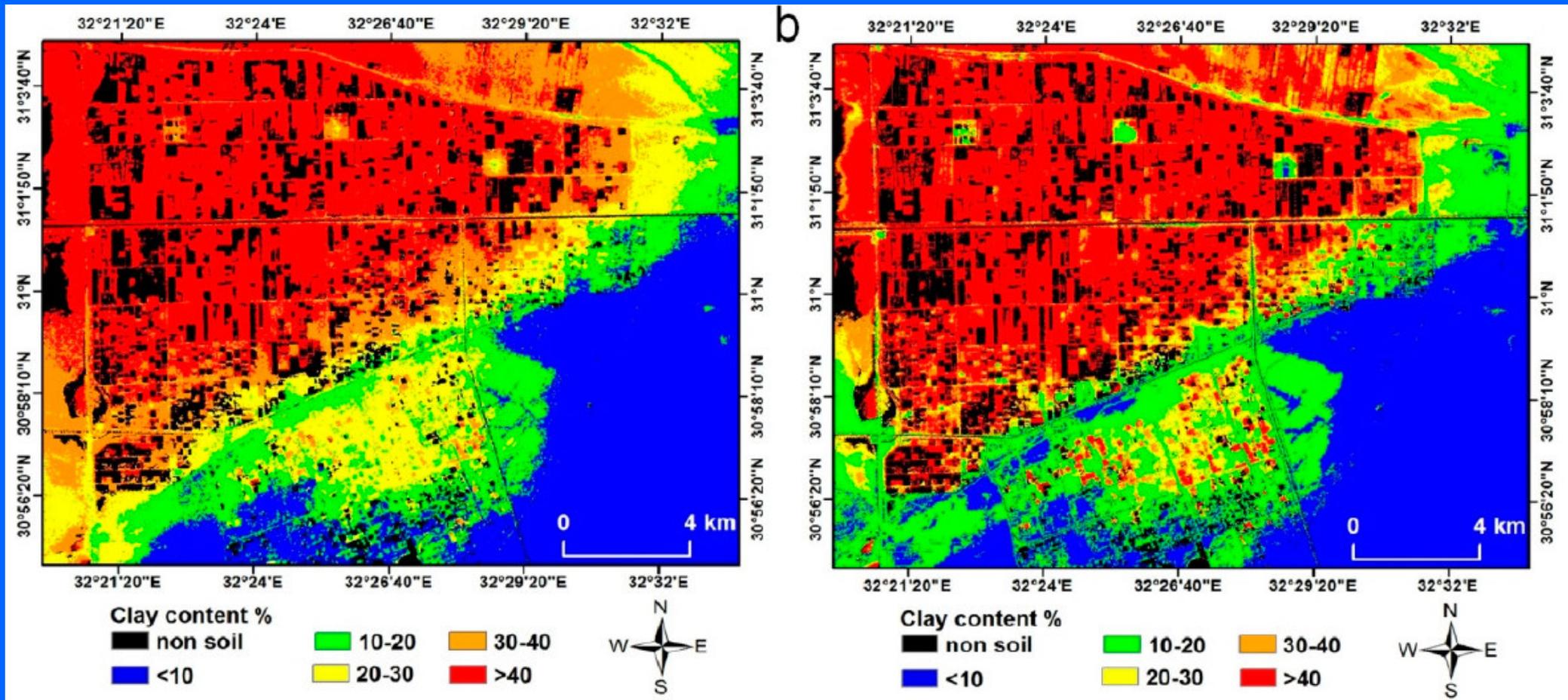
Caratterizzazione della variabilità spaziale in 2D

Rilievi da remoto – Satellite



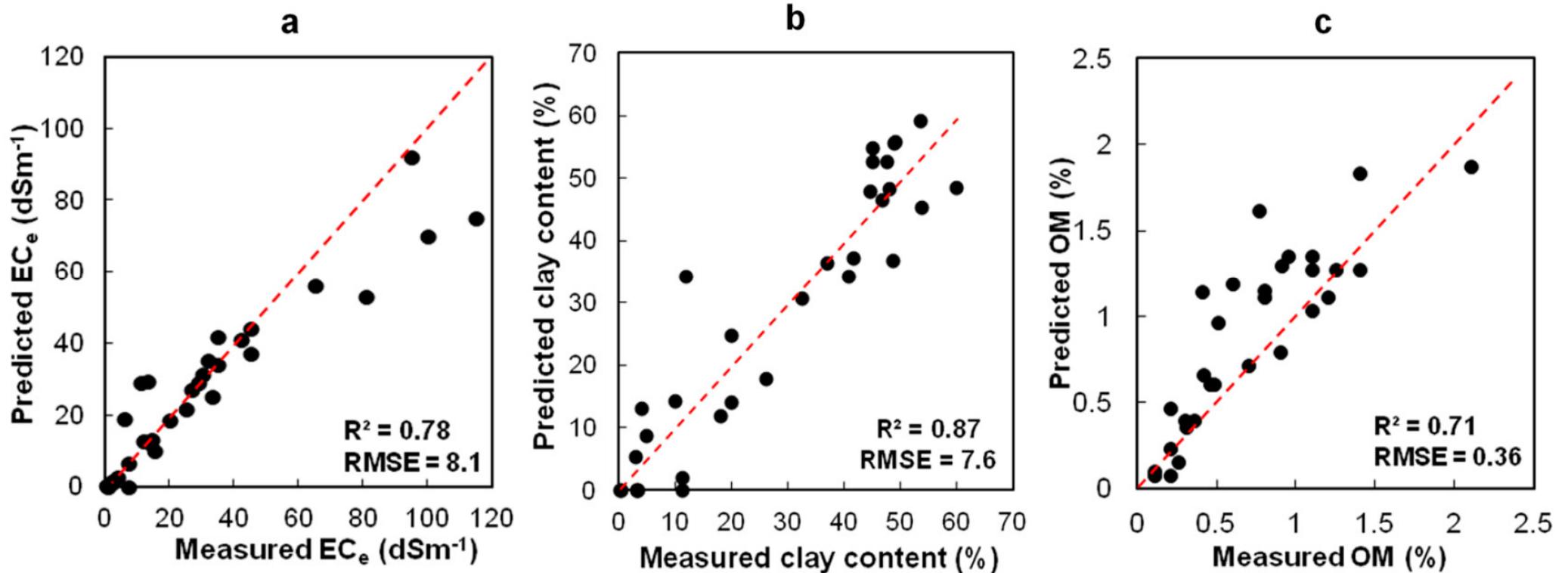
Caratterizzazione della variabilità spaziale in 2D

Rilievi da remoto – Satellite



Caratterizzazione della variabilità spaziale in 2D

Rilievi da remoto – Satellite



Caratterizzazione della variabilità spaziale in 2D

Rilievi da remoto – Satellite: Crop nitrogen content

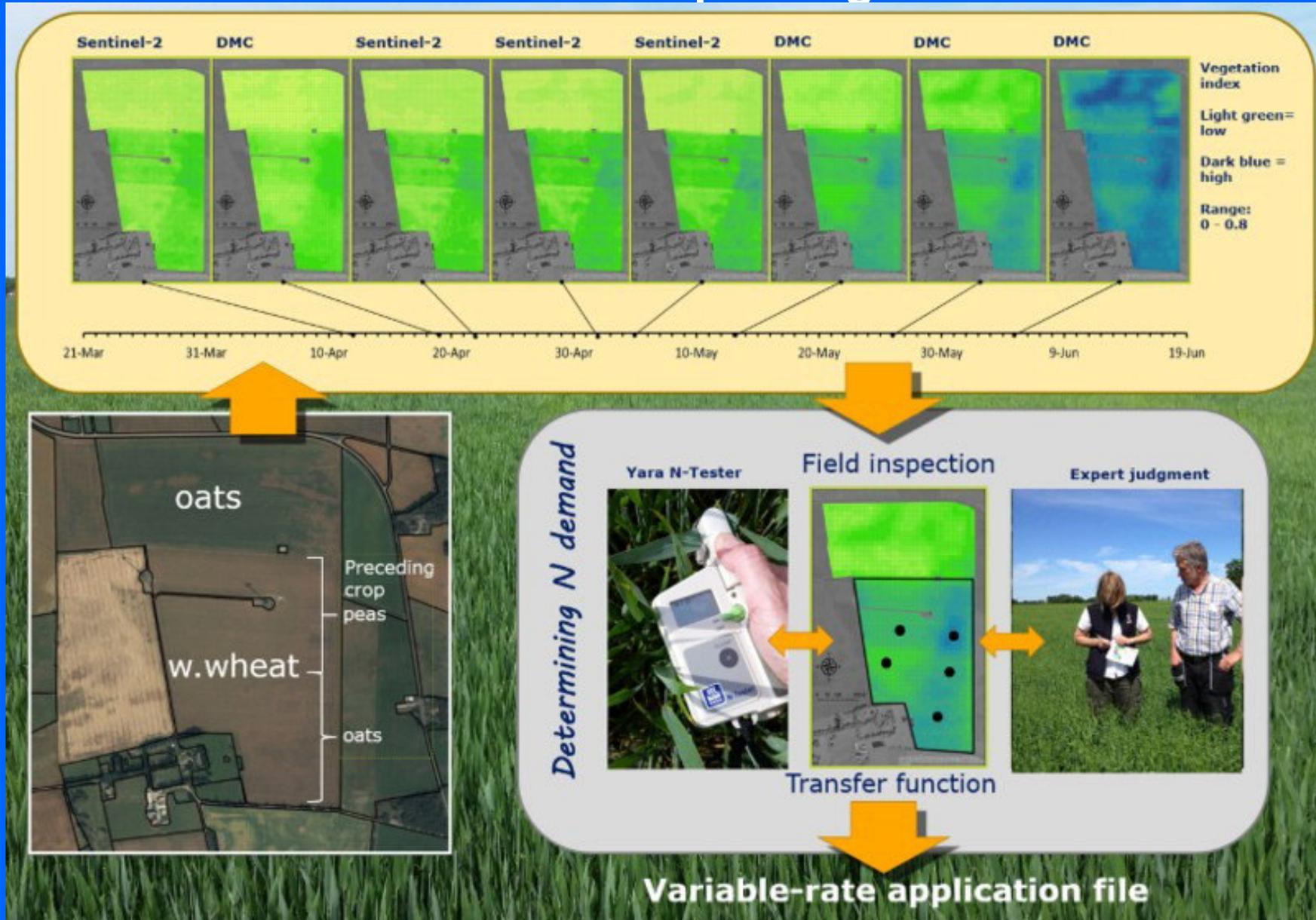
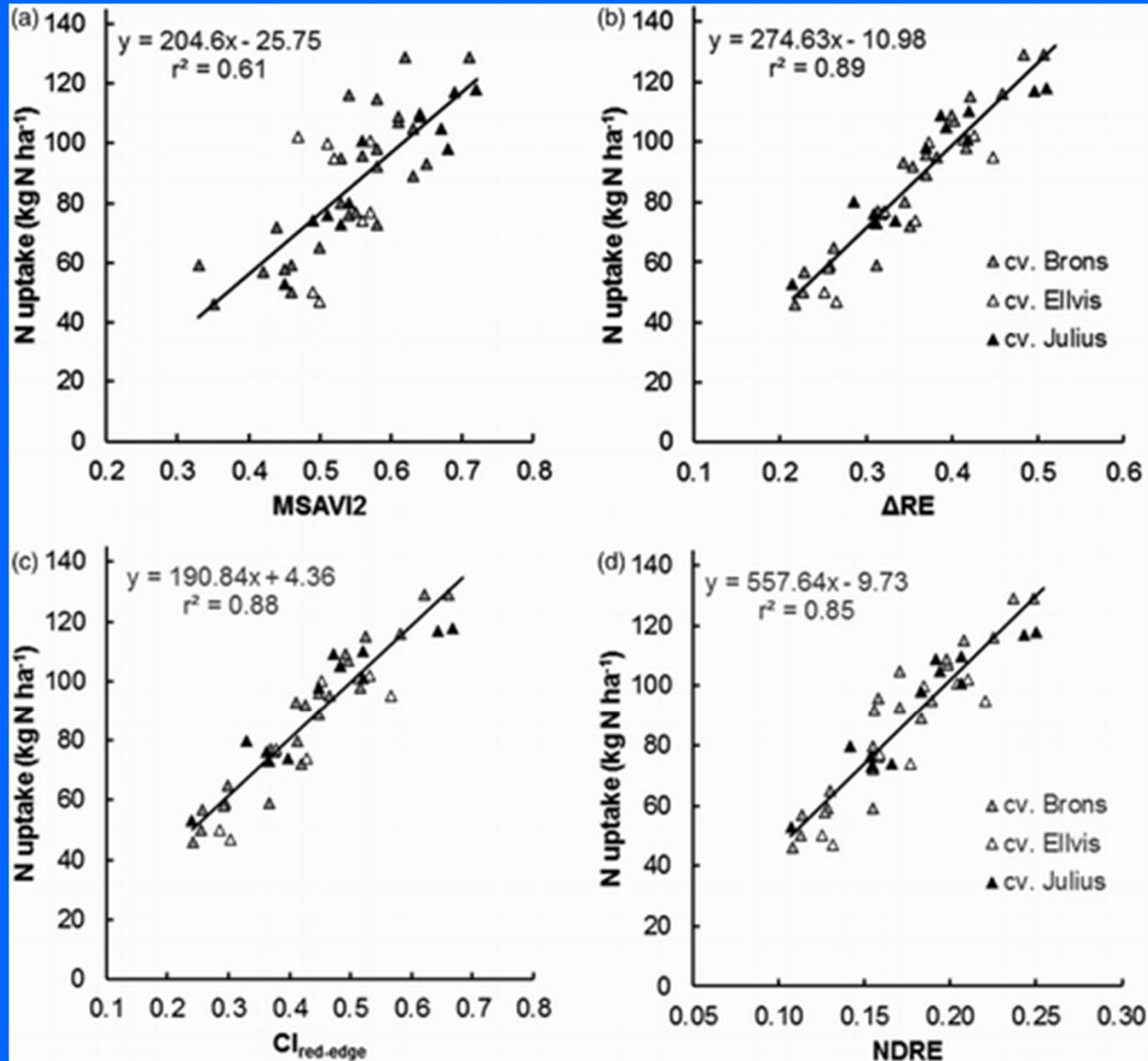


Figure 7. Current working model for the CropSAT satellite image-based DSS used in Scandinavia, exemplified with data for 2016 for one 60-ha field in south-west Sweden. Vegetation index maps are generated from free or low-cost satellite data for most arable fields during the period of supplementary N fertilisation of small-grain crops. Through tools available in the DSS, these maps are manually converted to N application maps based on field inspections, occasionally with the use of low-cost crop sensors. Computer files that control fertiliser spreaders on-the-go can be downloaded.

Caratterizzazione della variabilità spaziale in 2D

Rilievi da remoto – Satellite: Crop nitrogen content



Come utilizzare la variabilità spaziale per fare scelte gestionali

applicazione a rateo variabile



Come utilizzare la variabilità spaziale per fare scelte gestionali

applicazione a rateo variabile



Fig. 2. Variable-rate orchard sprayer prototype implemented with three ultrasonic sensors (1) and one LIDAR sensor (2) in an apple orchard in 2005.