



Individuazione di situazioni di stress idrico mediante immagini satellitari MODIS a bassa risoluzione spaziale

M. Maggi, D. Bellingeri, E. Zini

ARPA Lombardia
Settore Sistemi Informativi

Perché monitorare lo stress idrico della vegetazione?

- Aree boscate: contributo alla valutazione del rischio di incendio
- Aree agricole: contributo al monitoraggio di deficit idrico

Quali i vantaggi offerti dal telerilevamento?

- Continuità spaziale
- Possibilità di monitorare grandi aree con dati armonizzati
- Disponibilità di immagini giornaliere

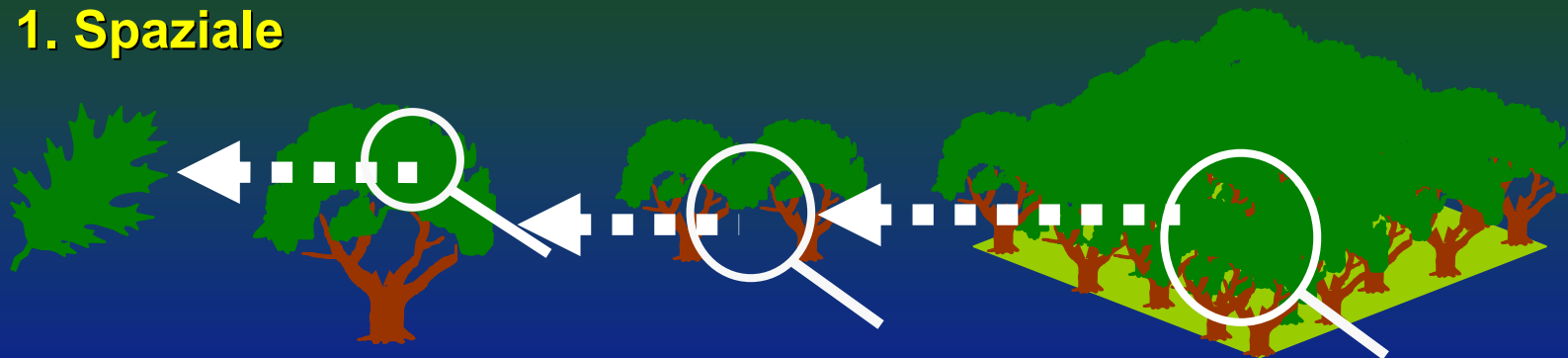


Telerilevamento a bassa risoluzione spaziale

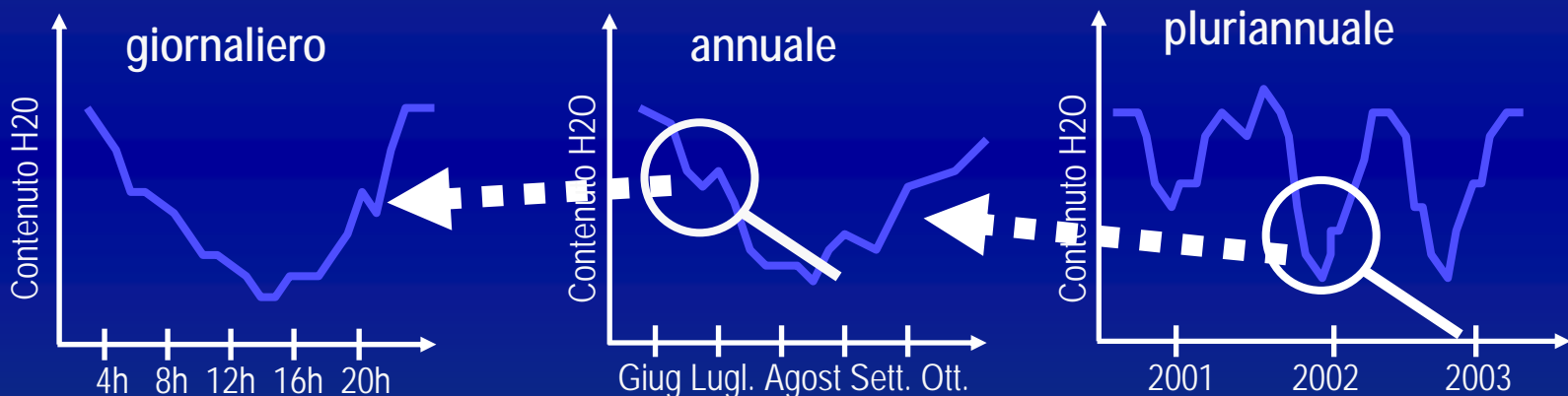


Scale di variazione del contenuto idrico della vegetazione

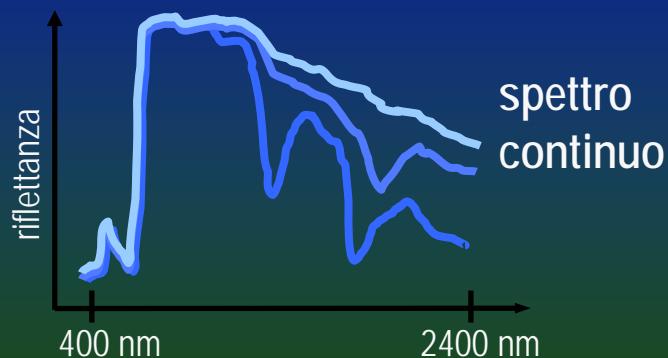
1. Spaziale



2. Temporale

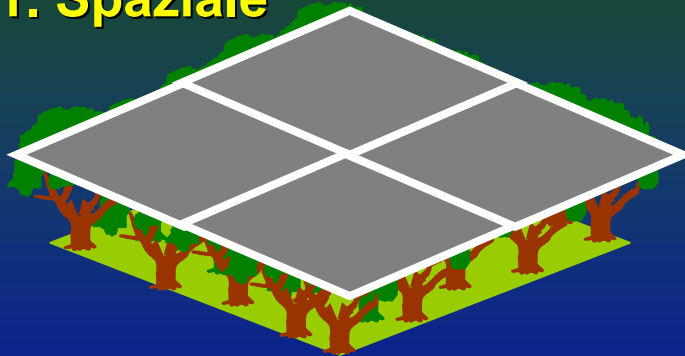


3. Spettrale



Scale di osservazione dei satelliti a bassa risoluzione

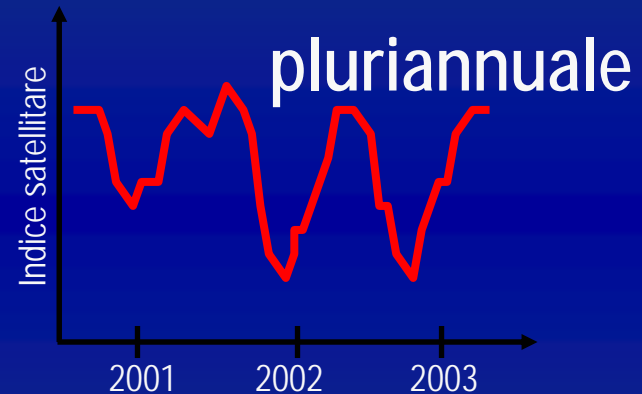
1. Spaziale



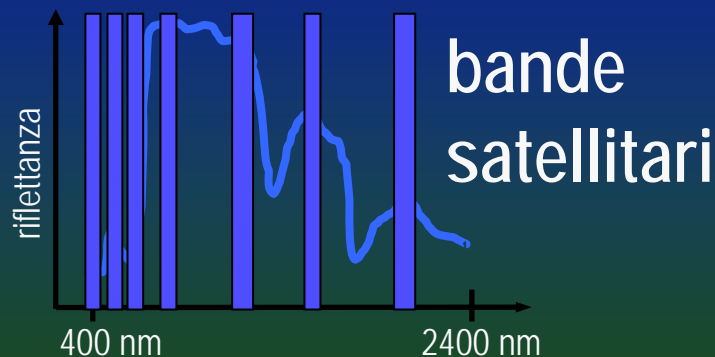
pixels da 250 a 1000 m di lato
(da 6,25 a 100 ha)

2. Temporale

- immagini quotidiane
- numerosi anni di archivio



3. Spettrale



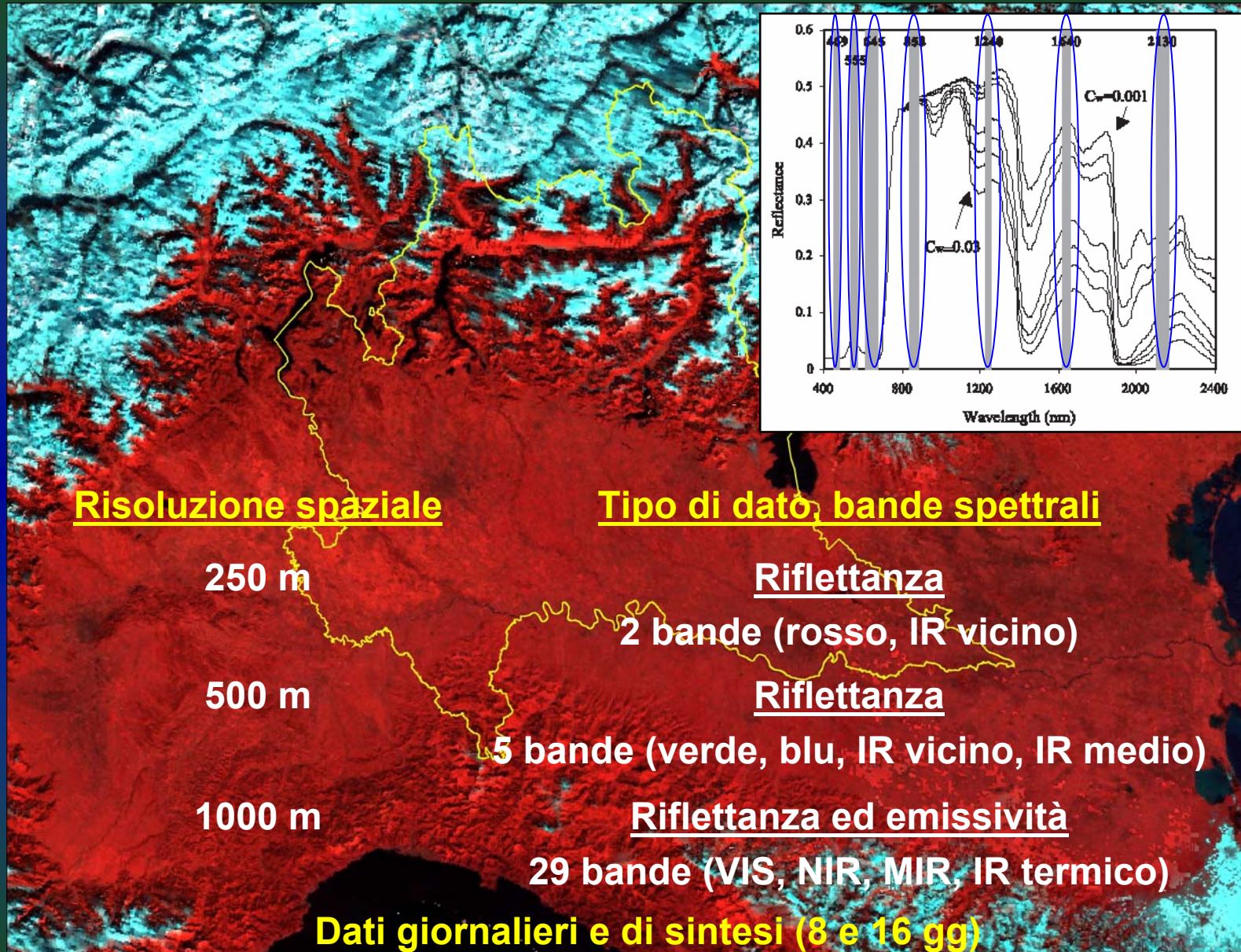
- numero e ampiezze bande
- intervalli spettrali (*visibile, IR*)



- Caratteristiche dei dati satellitari MODIS
- Indici di contenuto d'acqua della vegetazione sviluppati mediante dati satellitari MODIS
- Applicazione degli indici in ambito forestale
- Applicazione degli indici in ambito agricolo
- Conclusioni e sviluppi



Caratteristiche dei dati MODIS



Indici di contenuto d'acqua della vegetazione

Normalized Difference Vegetation Index

$$\text{NDVI} = \frac{\text{VIR} - \text{R}}{\text{VIR} + \text{R}}$$

VIR = Vicino infrarosso

R = Rosso



Correlato al contenuto di clorofilla

Utilizzato per molti anni sulla base dell'ipotesi che esistesse una relazione tra contenuto di clorofilla e contenuto di acqua → non valida per tutte le specie!

Normalized Difference Water Index

$$\text{NDWI} = \frac{\text{VIR} - \text{MIR}}{\text{VIR} + \text{MIR}}$$

VIR = Vicino infrarosso

MIR = Medio Infrarosso

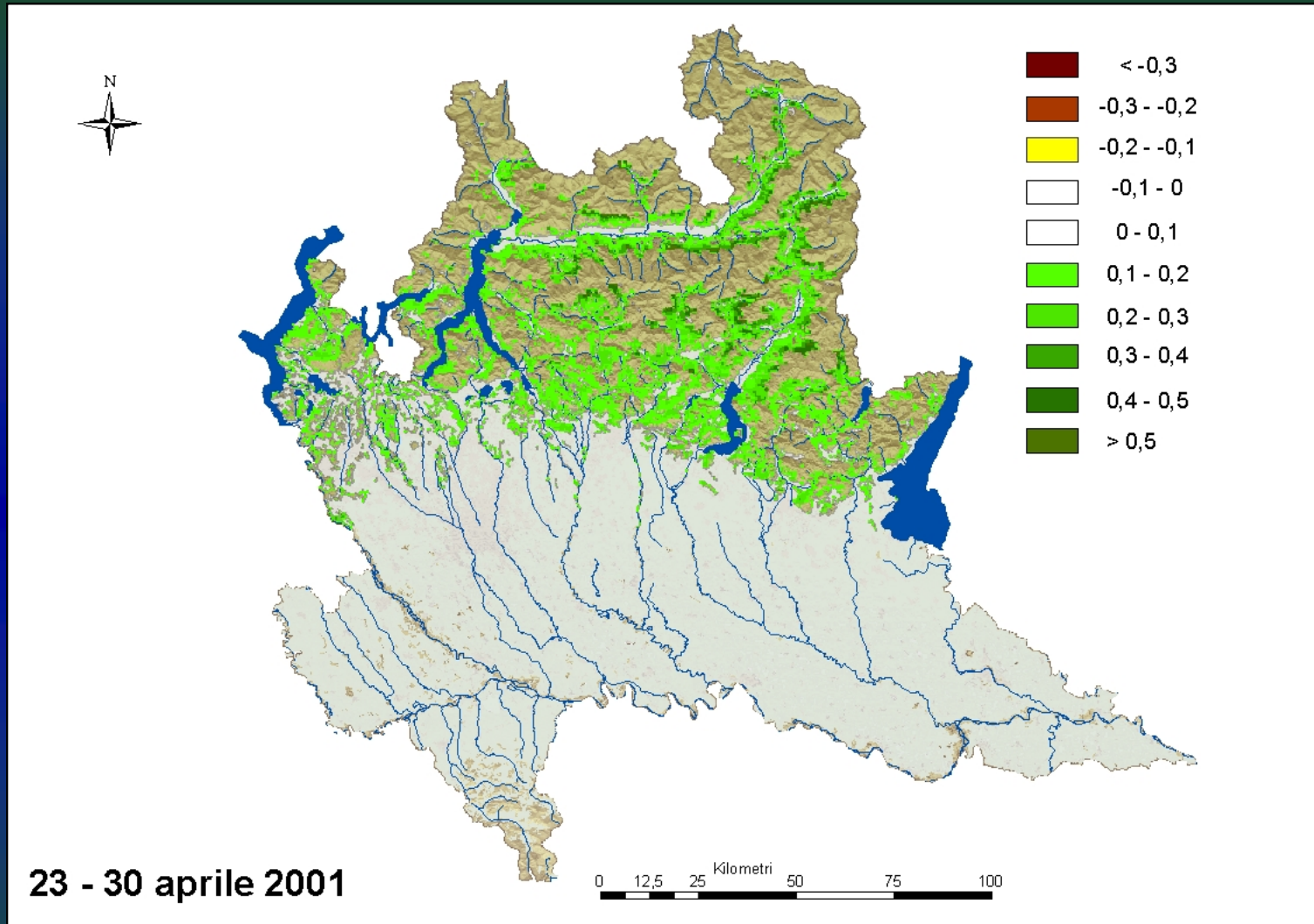


Correlato al contenuto d'H₂O per unità di superficie della chioma

VIR: bande relativamente insensibili ai cambi di contenuto d'acqua della vegetazione
MIR: bande fortemente sensibili alle variazioni del contenuto d'acqua della vegetazione



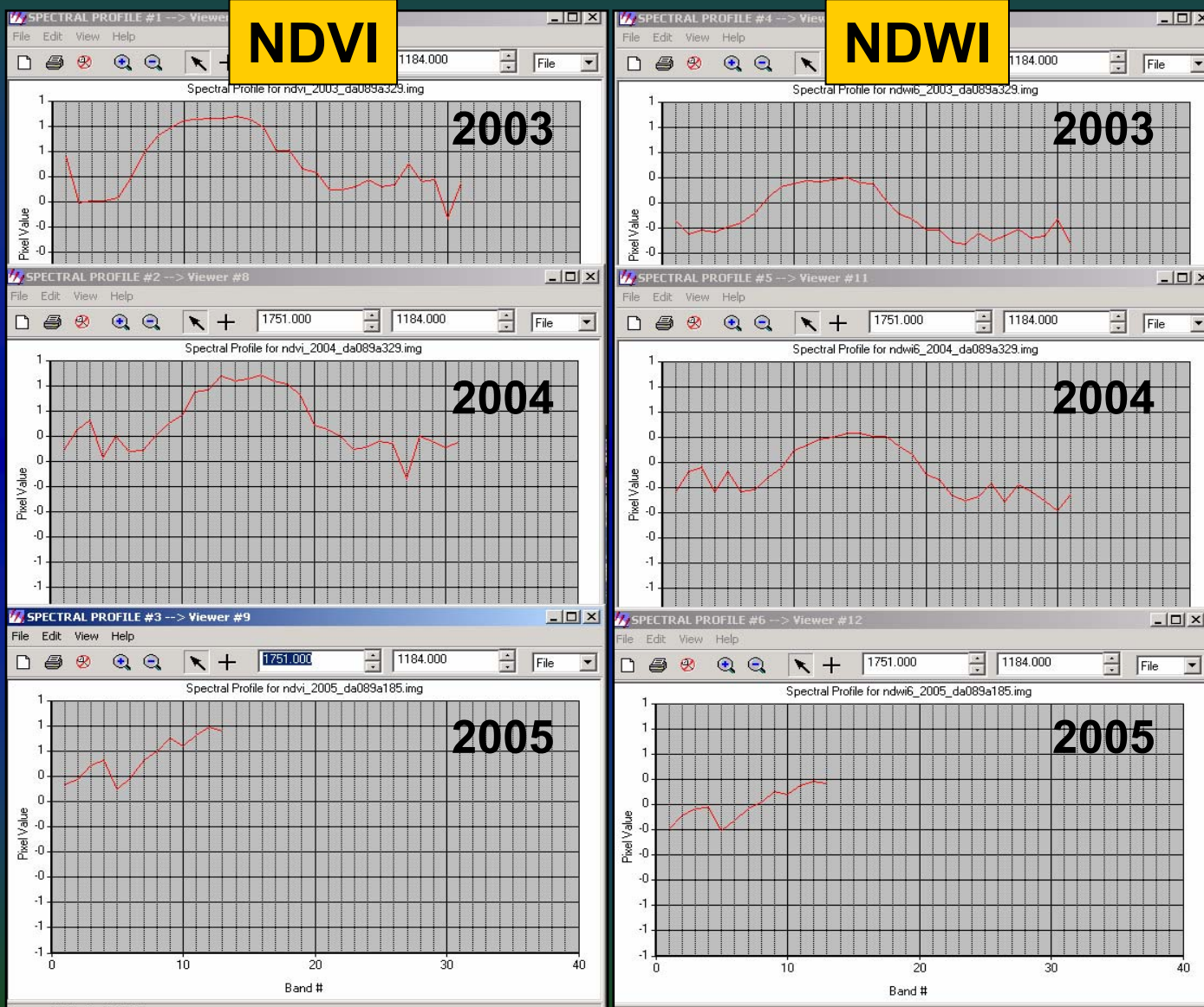
Applicazione in ambito forestale



Valori negativi dell'NDWI possono essere considerati indicatori di stress idrico della vegetazione

Applicazione in ambito agricolo

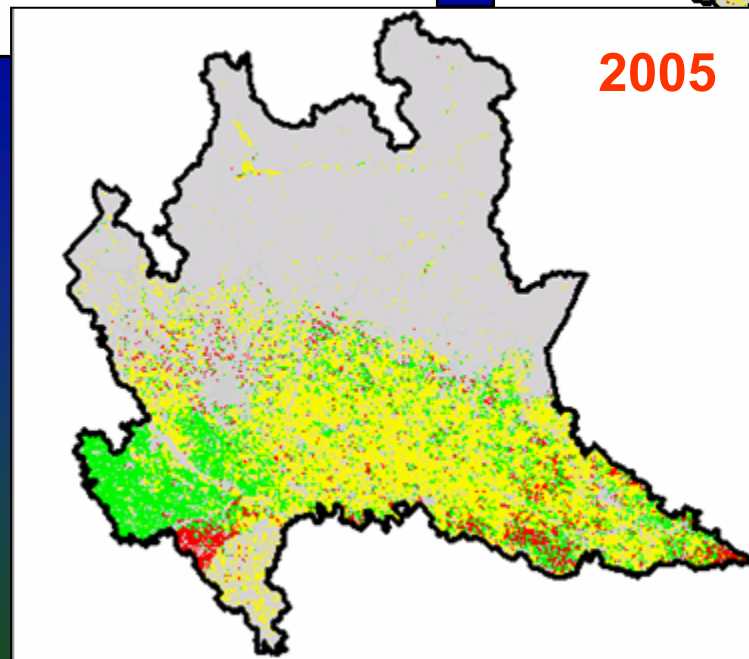
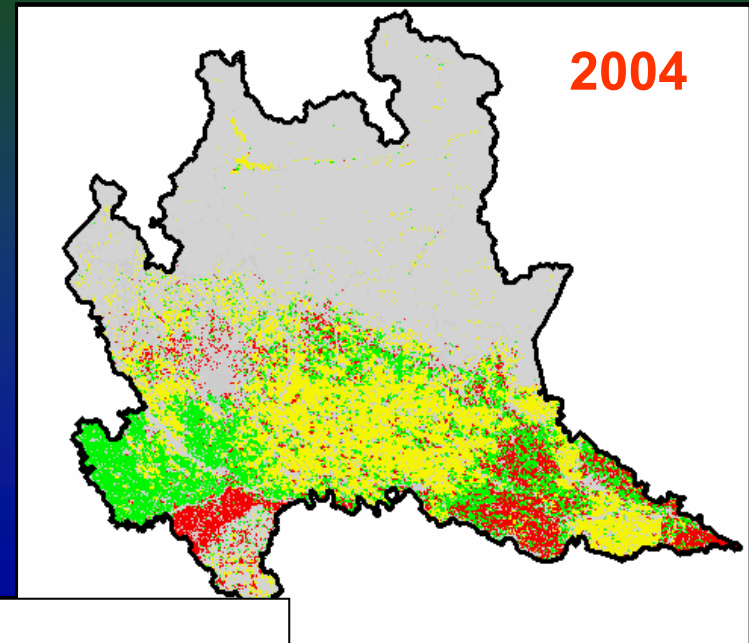
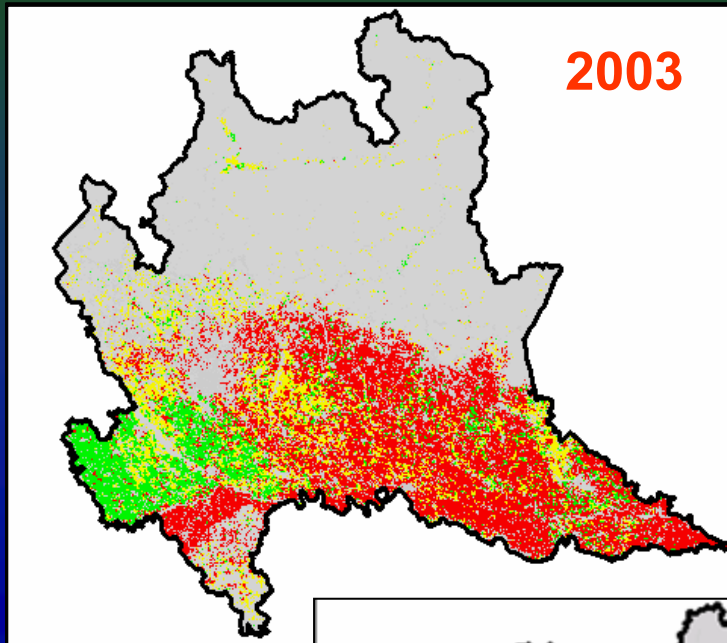
Esempio di confronto di profili temporali di NDVI e NDWI






10 Aprile '06, Milano

Seminario RICLIC-WP5/6 "Acque negli agro-sistemi"

Applicazione in ambito agricolo



	NDVI < 0.5	Superfici non vegetate
	NDVI > 0.5 (NDVI-NDWI) > 0.45	Stress idrico potenziale
	NDVI > 0.5 (NDVI-NDWI) < 0.45	Superfici vegetate

1 settembre

- **Mancanza di dati al suolo relativi al contenuto idrico della vegetazione:**

→ impossibilità di validare le mappe → solo validazioni indirette e/o qualitative (dati meteo di deficit idrico saturazione, bollettini agro-meteo ERSAF)

→ impossibilità di correlare l'NDWI con misure dirette → al momento le mappe forniscono solo indicazioni qualitative

- **Pixel misti in immagini a bassa risoluzione spaziale:**

→ necessità di sviluppare una metodologia per il loro riconoscimento ed eliminazione

- **Necessità di approfondire la metodologia per applicazione in ambito agricolo** (→ vedi prossima presentazione!)





Aggiornamento delle mappe di land cover ai fini della stima dell'evapotraspirazione in aree agricole

M. Maggi, D. Bellingeri, E. Zini

ARPA Lombardia
Settore Sistemi Informativi

Contributo del telerilevamento (TLR) a metodi per la stima dell'evapotraspirazione (ET) (*Courault et al. 2005, Irrigation and Drainage Systems, vol. 19*):

- **Metodi diretti semplificati**: i dati TLR sono introdotti in modelli semi-empirici per stimare l'ET (e.g. Crop Water Stress Index, Water Deficit Index)

$$ET = f(T_s - T_a)$$

TLR (IR termico) ← T_s T_a → Dato meteo

- **Metodi deterministici**: basati su modelli complessi (*SVAT models*) che calcolano i diversi componenti del bilancio energetico. Il TLR può fornire alcune variabili di input al modello (e.g. LAI, FAPAR, albedo, quantità di H₂O in vegetazione, umidità del suolo, etc.)

- **Metodi di inferenza**: il TLR è usato per determinare il land cover e/o lo stadio fenologico da cui dipendono i coefficienti (e.g. K_c) utili alla stima dell'evapotraspirazione delle colture in condizioni standard

$$ET_{\text{coltura}} = K_c \times E_{t_{\text{riferimento}}}$$

f(land cover, fenologia, clima, evaporazione) f(dati meteo)

↓ ↓

TLR Penman-Monteith



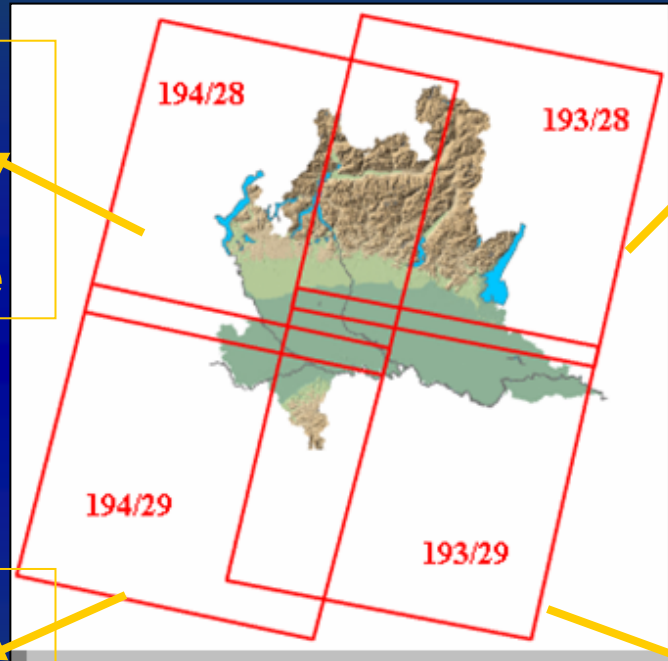
- Aggiornamento periodico del land cover e individuazione delle principali tipologie colturali
- Determinazione dello stadio fenologico delle colture

Contributo alla stima dell'ET a scala regionale



Immagini Landsat TM acquisite per il 2004:

17 marzo
20 maggio
9 settembre
25 settembre

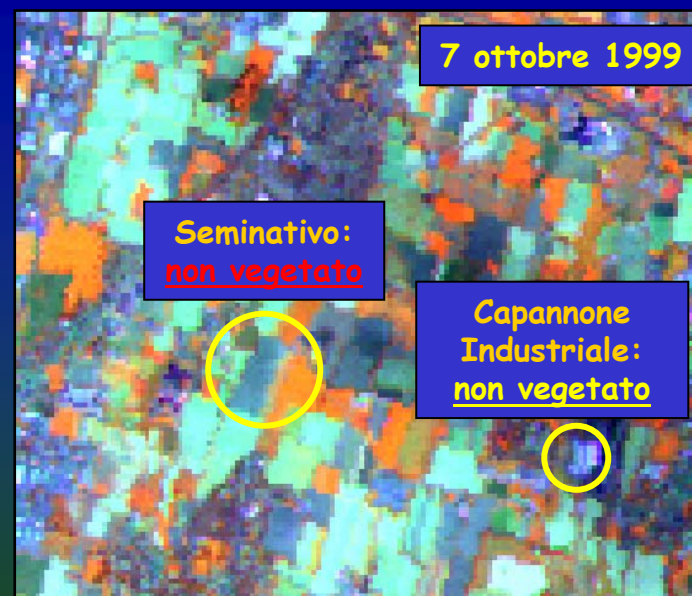
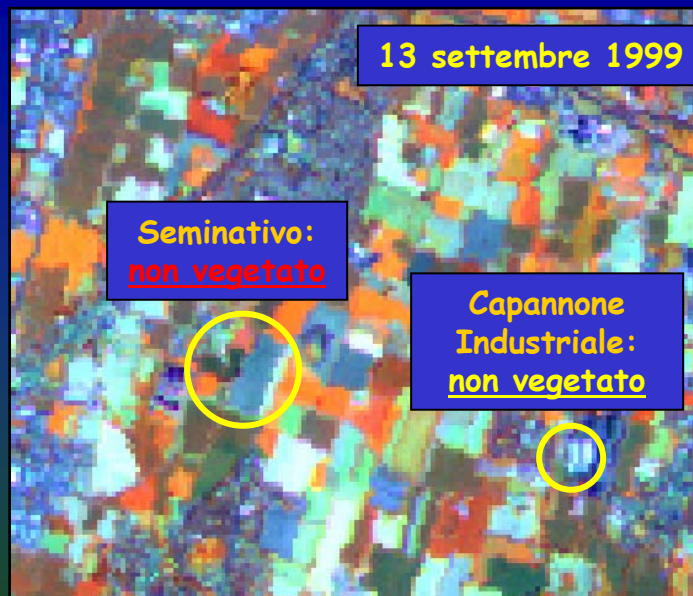
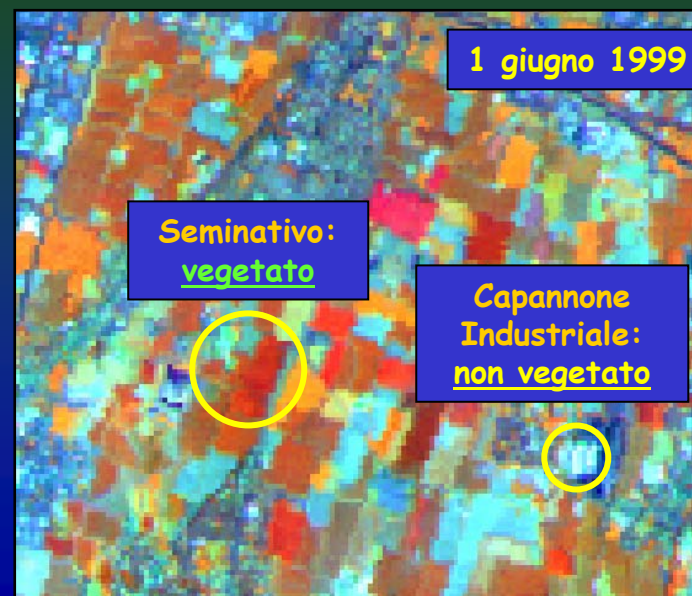
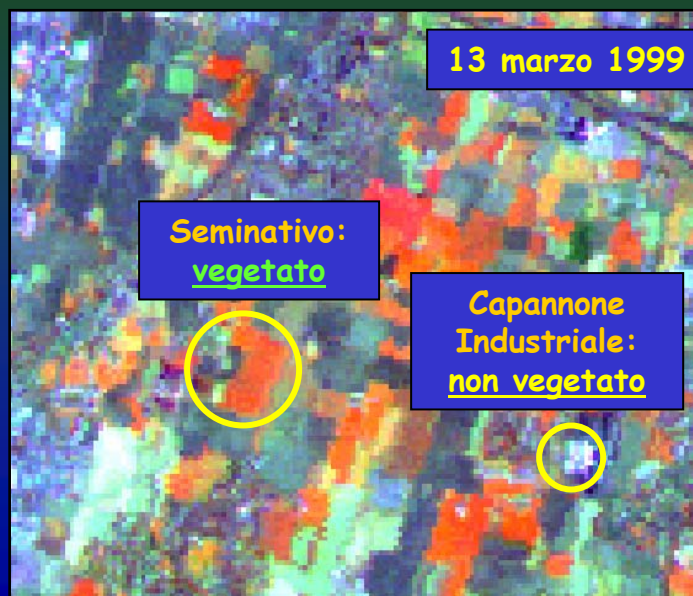


11 aprile
1 agosto
18 settembre

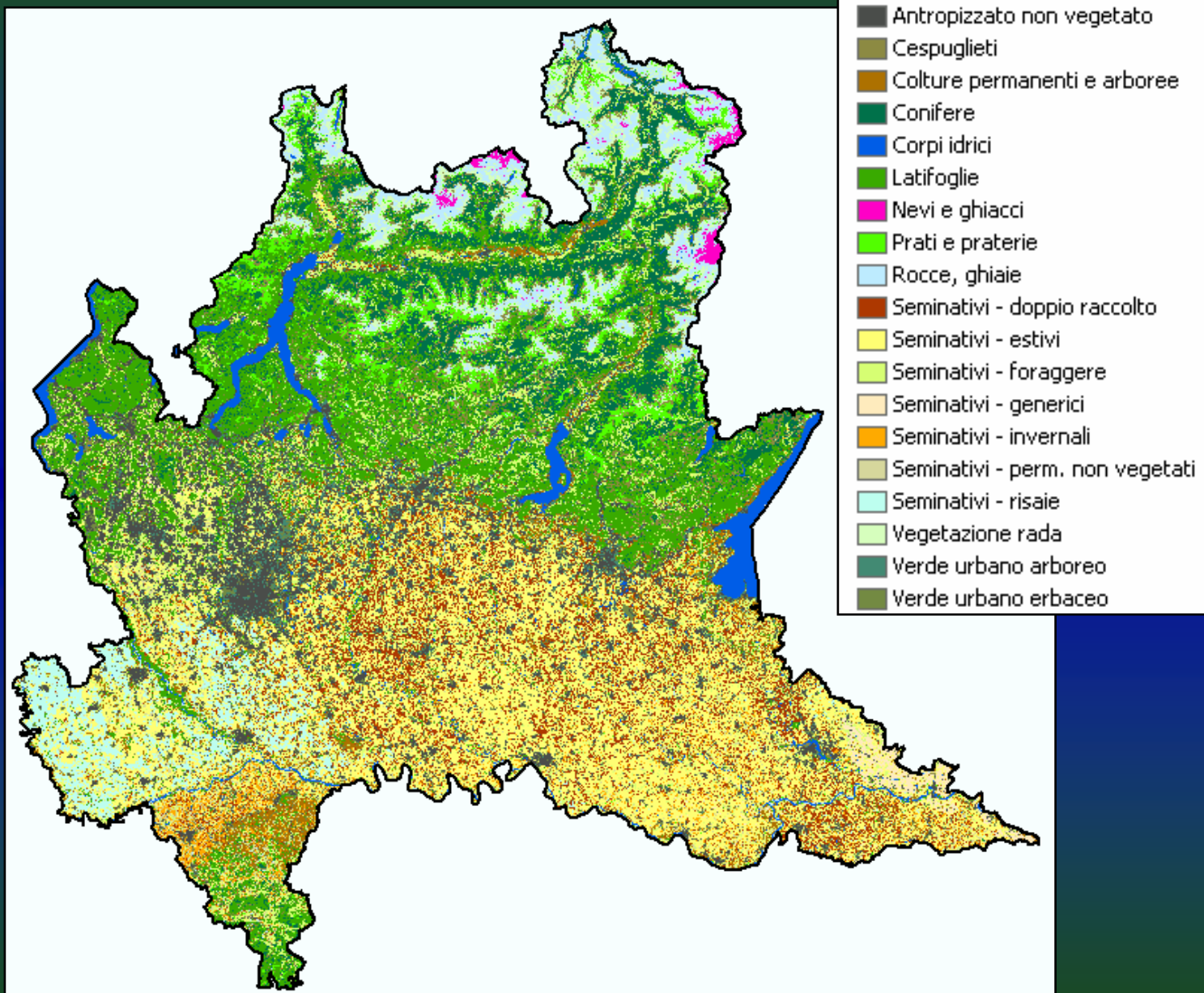
17 marzo
20 maggio
9 settembre
25 settembre

11 aprile
1 agosto
18 settembre

Land cover 2004 da Landsat



Land cover 2004 da Landsat



Aggiornamento annuale del land cover da MODIS

Composite MODIS (8 gg, 250 m, 2 bande: Rosso-VIR)

NDVI (46 date)

Maschera neve-nuvole-ombre

Eliminazione dei valori nulli (→ neve-ombre-nuvole)

Classificazione ISODATA (30 classi)

Accorpamento classi (→ comportamento spettrale)

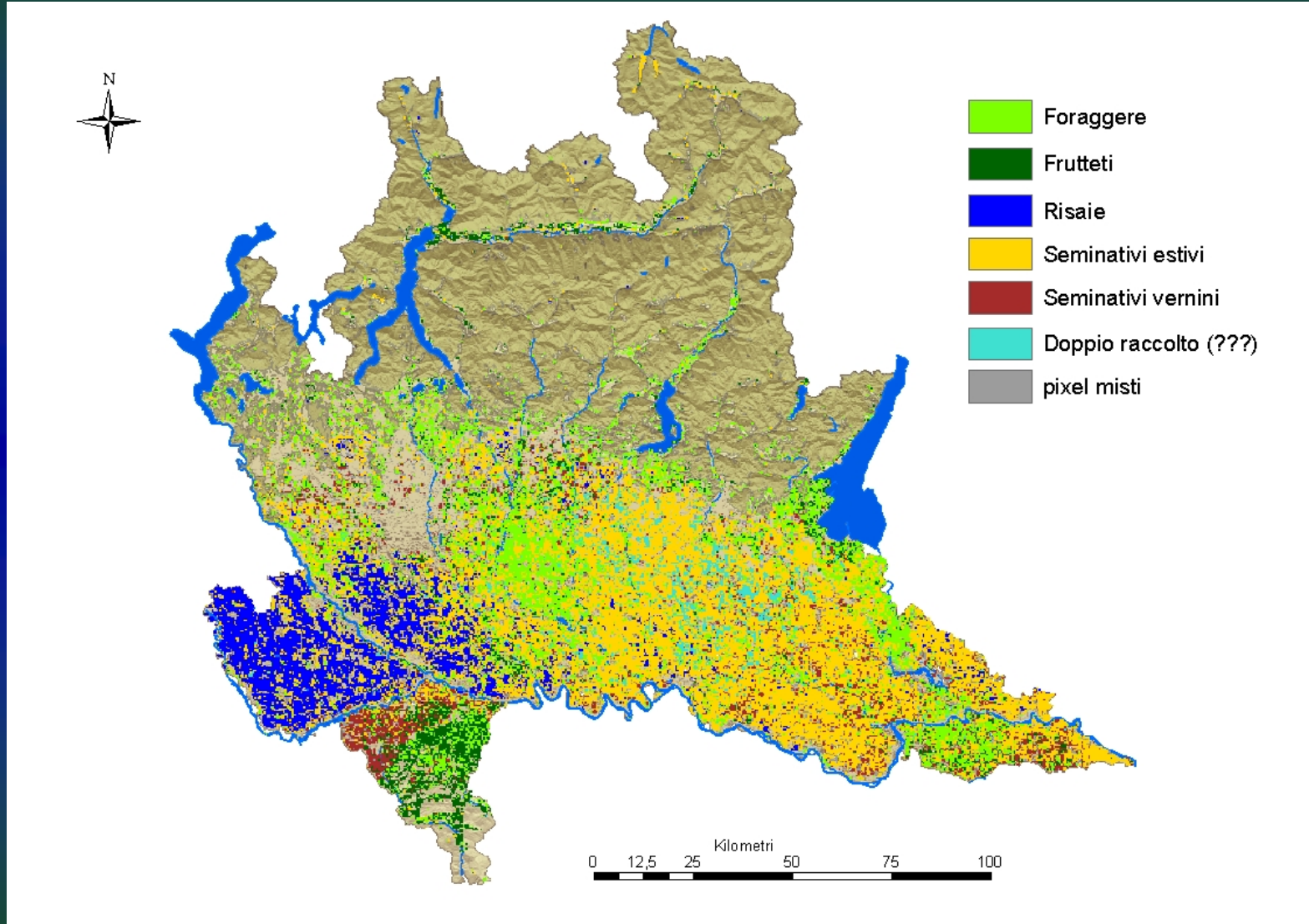
Land cover aggiornato

Periodo di analisi = 1 Gennaio 2005 → 31 Dicembre 2005

Zona di analisi = territori agricoli (CLC2000)

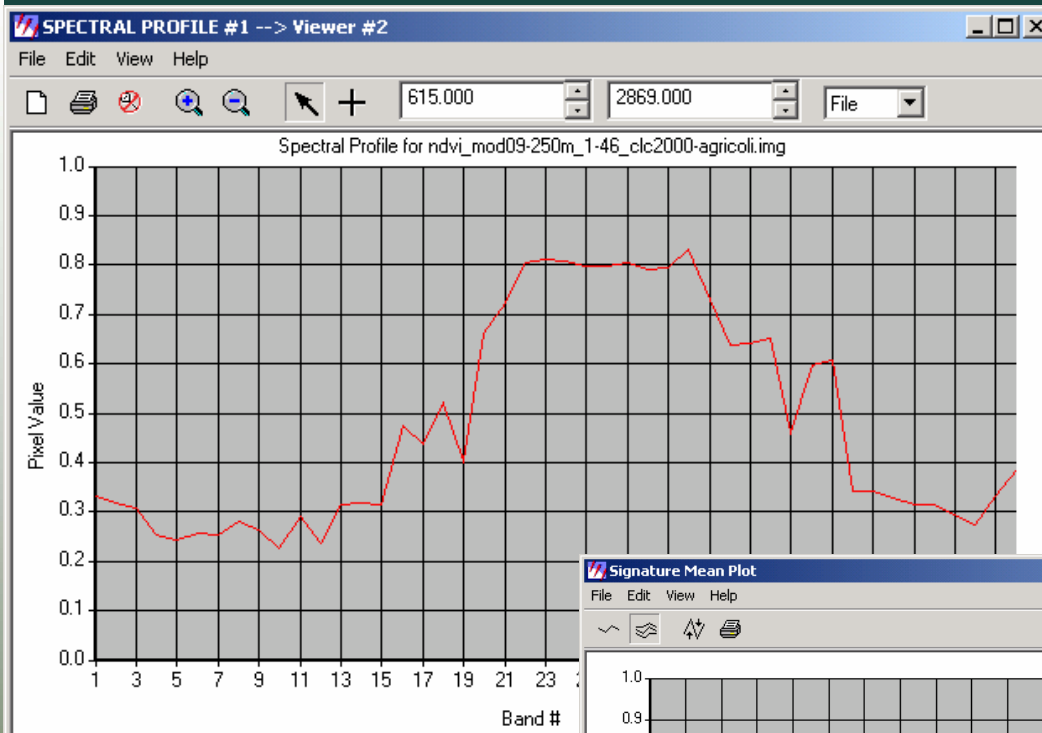


Aggiornamento annuale del land cover da MODIS

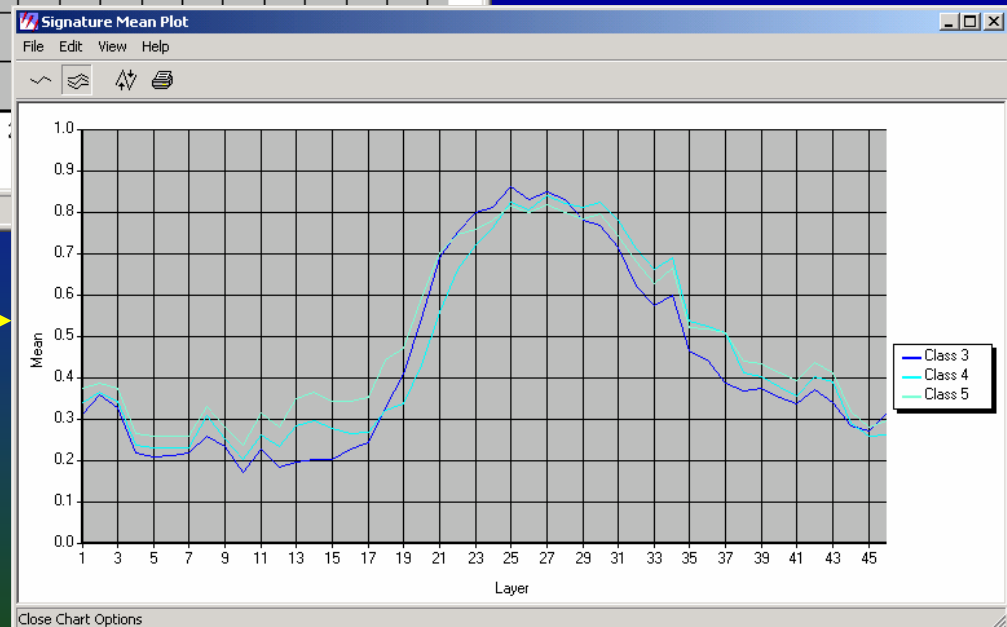


Aggiornamento land cover da MODIS

Profilo NDVI annuale di un pixel



Classi di risaia





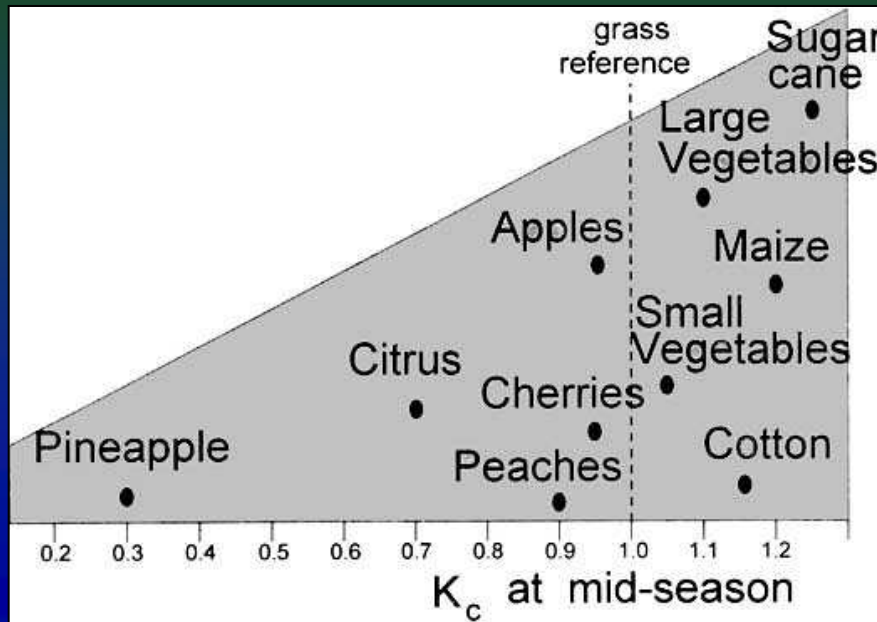
MODIS (NDVI, 46 date)	Landsat (riflettanza 7 bande, 4 date)
<ul style="list-style-type: none">• Risaie• Seminativi invernali• Seminativi estivi• Foraggere• Frutteti• Doppio raccolto (???)	<ul style="list-style-type: none">• Risaie• Seminativi invernali• Seminativi estivi• Foraggere• Colture permanenti e arboree• Seminativi doppio raccolto• Seminativi generici• Seminativi non vegetati

Conclusioni e sviluppi futuri

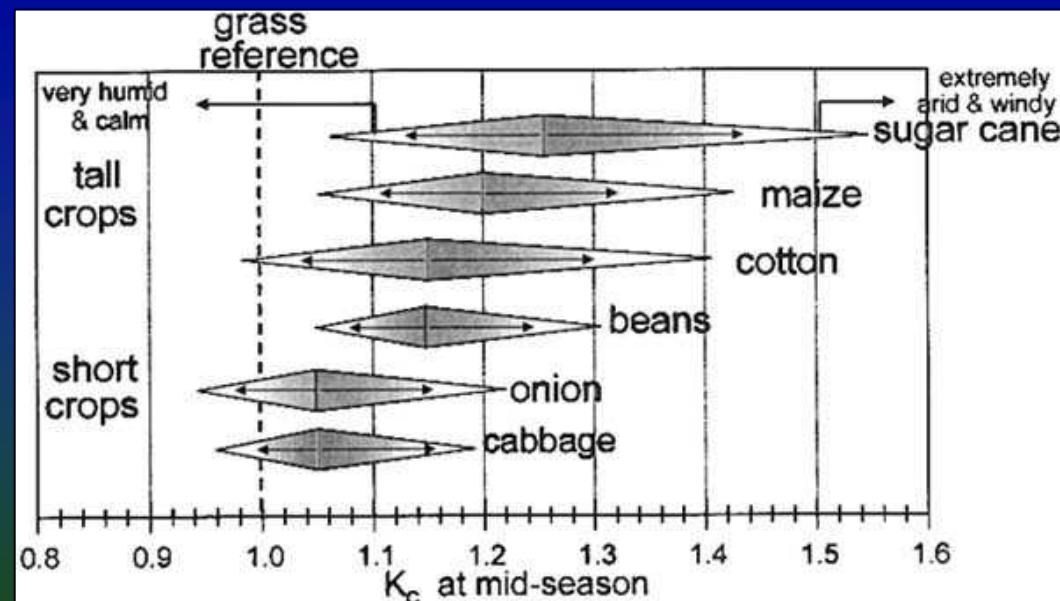
- Metodologia ancora sperimentale, non operativa, ma utile alla valutazione dei dati MODIS per aggiornamento land cover
- Necessità di metodologia per aggiornamento land cover con frequenza temporale > 1 anno
- Sviluppo di metodologia per individuazione fase fenologica della coltura



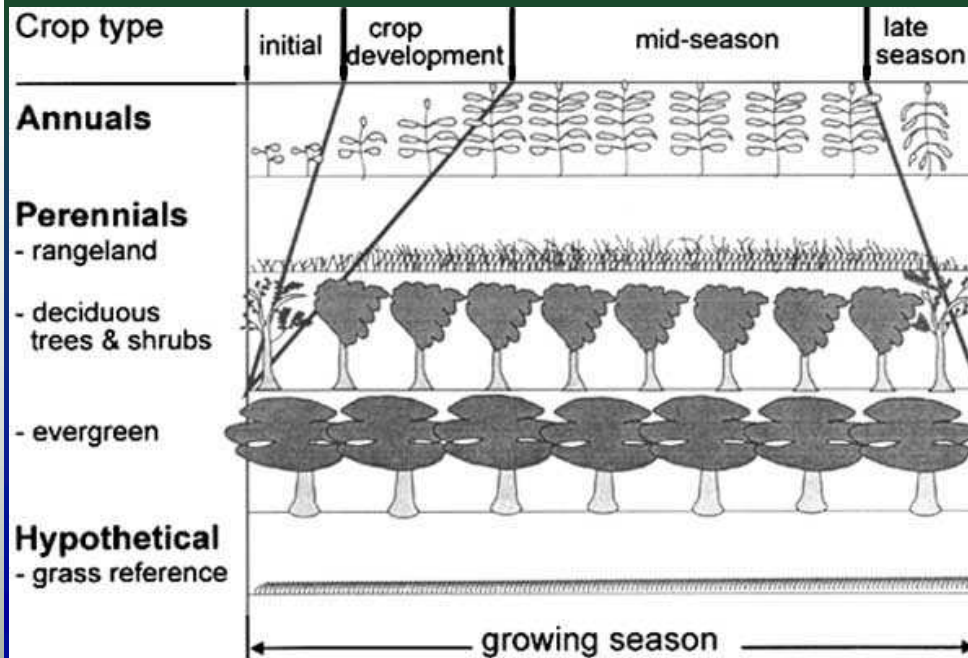
K_c varia a seconda della coltura, a parità di stadio fenologico e condizioni climatiche



K_c varia a seconda del clima, a parità di coltura e stadio fenologico



Valori di K_c e fenologia



Stadi fenologici per diverse colture

Curva dei valori di K_c costruita a partire dai tre valori fondamentali di K_c

