



Nuove tecnologie di Remote Sensing a supporto della lotta alla patologia del *mal dell'esca* della vite

Salvatore Filippo Di Gennaro¹, Simone Orlandini²

¹Istituto di Biometeorologia del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IBIMET-CNR), Firenze

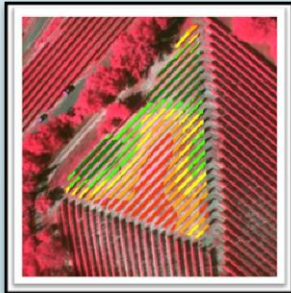
²Microgeo Srl, Campi Bisenzio, Firenze

AGRICOLTURA DI PRECISIONE

“un sistema integrato di informazioni e gestione delle produzioni agricole progettato per incrementare, utilizzando un approccio sito-specifico, l'efficienza della produzione agricola, la qualità dei prodotti e la redditività, riducendo al minimo gli impatti ambientali”

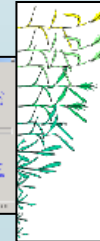
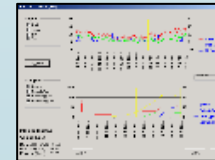
CONTESTO

Analisi e gestione dell'eterogeneità dei sistemi agricoli



OBIETTIVI

- Ottimizzare l'efficienza produttiva
- Ottimizzare la qualità dei prodotti
- Minimizzare gli impatti ambientali



Processo attuativo della Viticoltura di Precisione

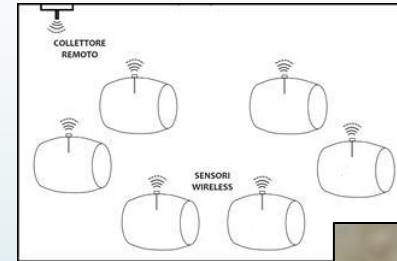
Monitoraggio microclimatico



Monitoraggio eco-fisiologico remoto



1 - OSSERVAZIONE SPAZIALIZATA della variabilità



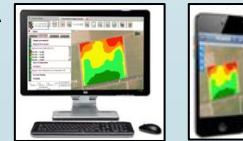
Monitoraggio dei processi enologici



Monitoraggio parametri qualitativi delle uve



2 - ELABORAZIONE MODELLI



3 - INTERVENTI SITO-SPECIFICI

NAV SYSTEM - 2007



Sistema commerciale
Alto consumo energetico
Costo medio (1000€/nodo)



CROSSBOW TECHNOLOGY - 2011



OPEN-SOURCE
Dimensioni ridotte
Alto consumo energetico
Costo ridotto (300€/nodo)

PROXIMAL SENSING

ARDUINO TECHNOLOGY - 2013

OPEN-SOURCE
Dimensioni ridotte
Consumo energetico ridotto
Low - cost (100€/nodo)



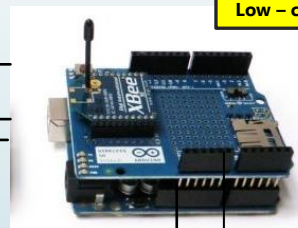
Temperatura
Umidità relativa



Pressione
atmosferica



Radiazione
grappolo



Umidità del suolo

Temperatura del
grappolo

SISTEMA GMR - 2015

TEMPERATURA e
UMIDITA' DELL'ARIA

BAGNATURA
FOGLIARE

RADIAZIONE
SOLARE

TEMPERATURA
DEL GRAPPOLO

LOGGER WIRELESS
GMR

DENDROMETRO

UMIDITA'
DEL SUOLO

Sistema commerciale
Dimensioni ridotte
Ridotto consumo energetico
Costo ridotto (300€/nodo)

GMR Strumenti

REMOTE SENSING

2007 - 2015



Terrasystem srl

2011 - 2015



Fly & Sense, Area di Ricerca CNR di Pisa

AIRBORNE

- **Supporto di payload importanti**
- **Limitazioni sulla gestione operativa**
- **Alta risoluzione con sensori high-cost**
- **Ottimizzato per superfici medio-grandi (>10ha)**

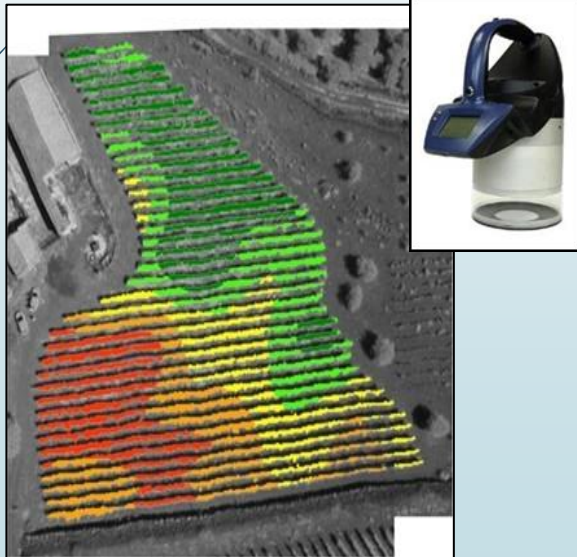
UAV (Unmanned Aerial Vehicle)

- **Limitazioni sul peso del payload**
- **Alta flessibilità di gestione operativa**
- **Alta risoluzione con sensori low-cost**
- **Ottimizzato per medio piccolo superfici (1-10ha)**

REMOTE SENSING

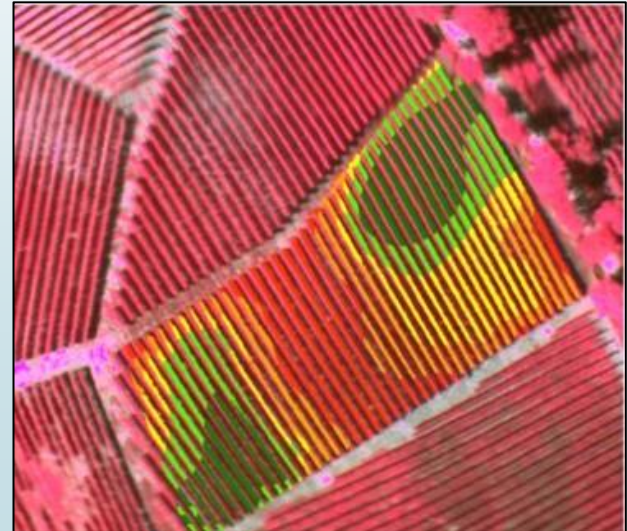
Progetto Cisia 2011-2015 (Catania)

*Valutazione delle potenzialità di un approccio di remote sensing da UAV per analizzare la **correlazione** tra **vigore** (NDVI) e **maturità fenolica** (antociani)*



Università degli Studi di Torino 2013-2014 (Barolo)

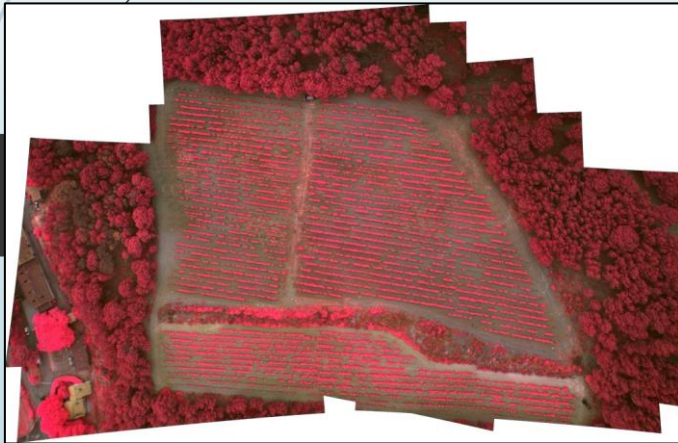
*Analisi della **variabilità pedo-morfologica** nella regione del Barolo in Piemonte*



REMOTE SENSING

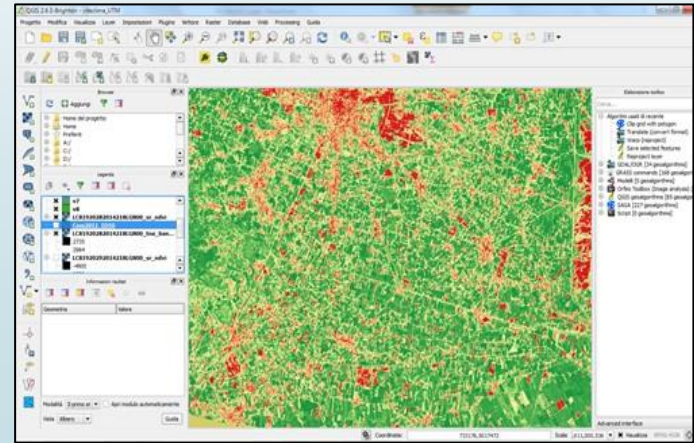
SupAgro 2013 (Montpellier, FRANCIA)

- *Analisi delle potenzialità del remote sensing da UAV per ottimizzare **campionamenti** in vigneto*
- *Elaborazione di un metodo per analizzare e quantificare le **fallanze** da remoto*



Progetto Viteclima CRAVIT 2014 (Veneto)

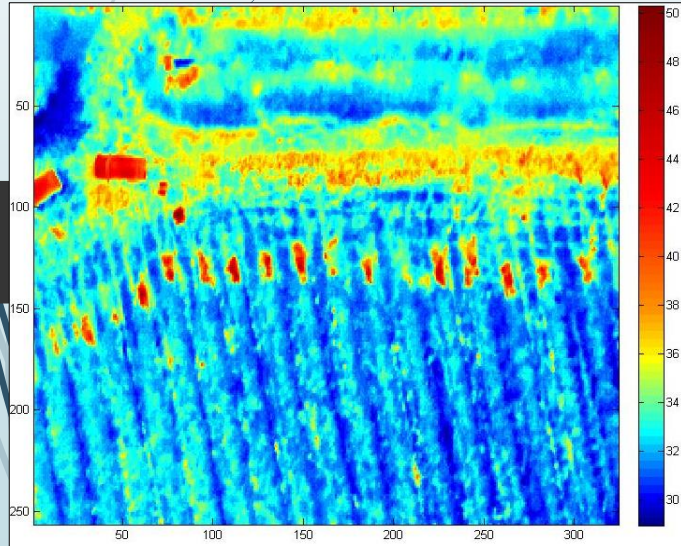
- *Analisi della variabilità territoriale della **risposta allo stress idrico** del vitigno "**Glera**"*
- *Utilizzo combinato di tecniche di remote sensing da **UAV** e da Satellite per ottimizzare un processo di **zonazione** del comprensorio del **Prosecco***



REMOTE SENSING

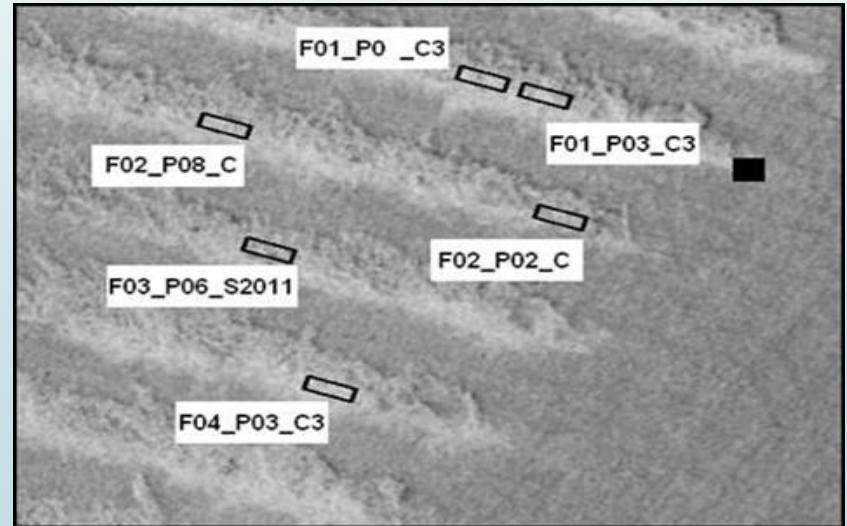
Ag. Case Basse Soldera Montalcino 2012-2015 (Siena)

Elaborazione di **mappe di vigore** per suggerire una **gestione sito-specifica** del vigneto e mitigare gli effetti dei Cambiamenti Climatici sullo **stress idrico**



Università degli Studi di Firenze - Mal dell'Esca della vite 2011-2015 (Chianti Classico)

Sviluppo di una metodologia di **analisi predittiva** dell'insorgenza dei **sintomi fogliari del Mal dell'Esca della vite**, basata sulla correlazione tra alterazioni fotosintetiche della cortina fogliare e dato NDVI acquisito ad altissima risoluzione da drone





Le malattie fungine del legno sono **difficilmente controllabili** e sono responsabili di significative **perdite economiche** nel settore vitivinicolo. Il **Mal dell'esca** è una malattia ampiamente diffusa, causata da una colonizzazione del sistema vascolare dei funghi *Phaeoaniella chlamydospora* e *Phaeoacremonium aleophilum*, e manifesta i suoi sintomi con **tipiche tigrature fogliari**

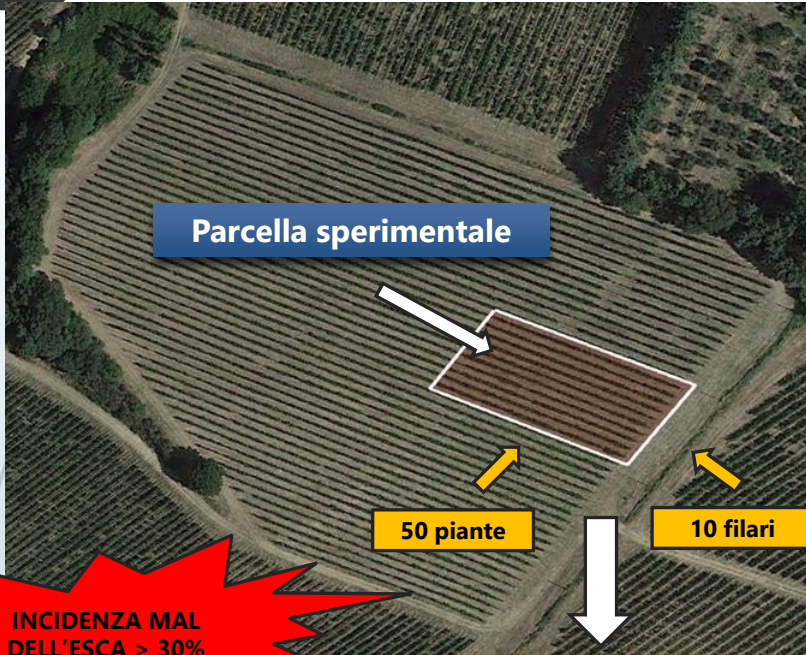
L'espressione dei sintomi è **intermittente negli anni**, è quindi difficile definire l'effettiva presenza di piante infette

Nelle foglie si manifesta un **drastico calo dell'attività fotosintetica** in risposta allo stress causato dal patogeno molti giorni **prima che siano visibili i primi sintomi fogliari**

Obiettivo

Studiare le correlazioni tra dati NDVI ad altissima risoluzione da UAV e la sintomatologia monitorata da osservazioni a terra, al fine di sviluppare una metodologia in grado di effettuare **un'analisi remota dell'incidenza dei sintomi**, ed esplorare le potenzialità di piattaforme UAV come **strumento predittivo dell'insorgere dei sintomi**

Azienda Agricola Villa Montepaldi (FI)



Storico di 12 anni di monitoraggio dei sintomi del Mal dell'esca



Ogni pianta è stata georiferita ad altissima risoluzione (0.02 m) con GPS Differenziale Leica GS09 GNSS (Leica Geosystems A.G.)



MULTIROTORE 8 ELICHE FLY&SENSE CNR PISA



Camera multispettrale Tetracam ADC Lite

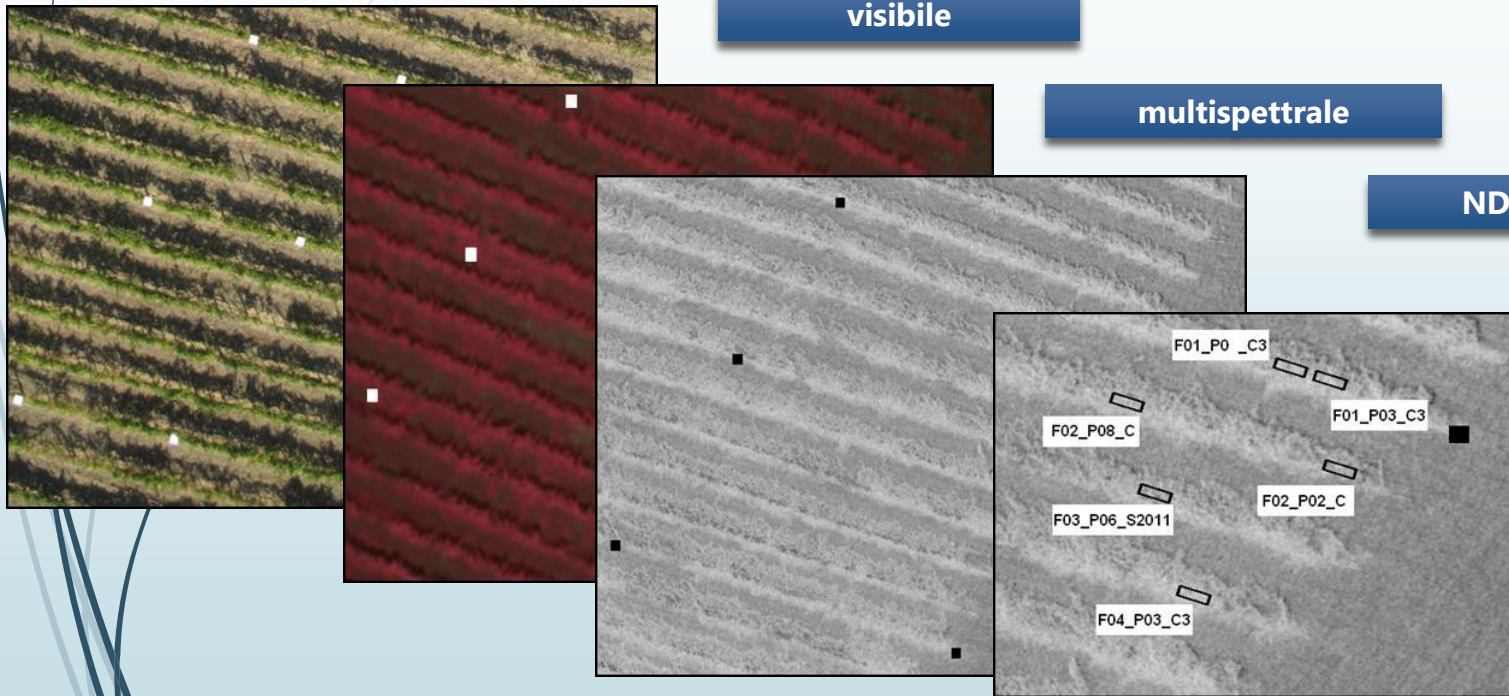
PROCESSAMENTO DELLE IMMAGINI

visibile

multispettrale

NDVI

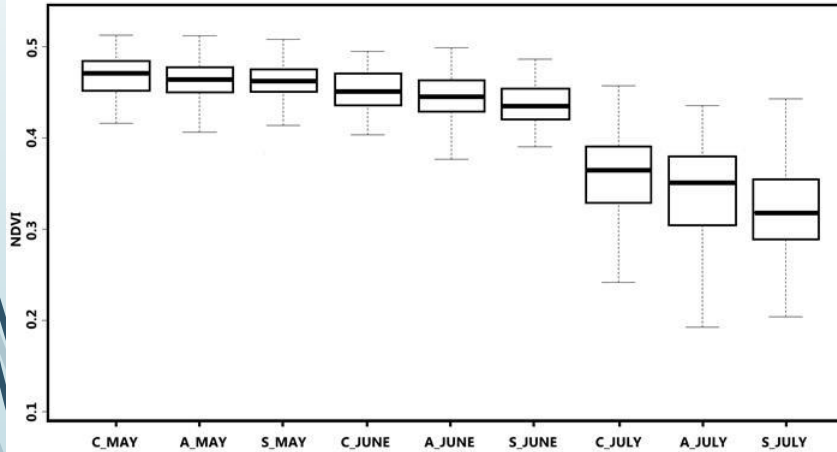
Estrazione
NDVI per
singola pianta



SVILUPPATO ad hoc un ALGORITMO DI SEGMENTAZIONE DEI FILARI ED ESTRAZIONE DEL DATO NDVI PER SINGOLA PIANTA

Risultati dell'analisi dei dati NDVI

ID	
C	Piante controllo, mai manifestato sintomi
A	Piante asintomatiche, ma con sintomi negli anni precedenti
S	Piante sintomatiche



Analisi dei dati estratti per pianta dalle immagini acquisite nei voli di maggio, giugno e luglio, rispetto ai sintomi osservati a terra

Individuazione dei sintomi prima delle osservazioni a terra

	Maggio	Giugno	Luglio
A		*	.
S	.	**	***

Signif. codes: '****' 0.001, '***' 0.01, '**' 0.05, '.' 0.1

UAV e Mal dell'esca della vite

L'utilizzo combinato di **strumenti ad altissima risoluzioni** quali il monitoraggio da **UAV** e il **GPS differenziale** ha consentito di effettuare una **accurata estrazione** del dato NDVI per singola pianta.

Il lavoro ha preso in esame piante **sane (C)**, **asintomatiche (A)** e **sintomatiche (S)**, ed ha evidenziato una **correlazione significativa** tra indice NDVI e sintomi del mal dell'esca, con un **trend negativo** con valori NDVI inferiori nelle piante sintomatiche.

L'analisi NDVI delle piante sintomatiche ha mostrato un **effetto predittivo** rispetto alla manifestazione visiva dei primi sintomi

L'APPROCCIO MULTISPETTRALE NON HA TUTTAVIA CONSENTITO DI OTTENERE UN METODO OGGETTIVO DI RICONOSCIMENTO SPECIFICO DELLA PATOLOGIA DEL MAL DELL'ESCA

**LIMITE APPLICATIVO
DELL'ANALISI MULTISPETTRALE E
DELL'INDICE NDVI**



**INDIVIDUA AD ALTISSIMO DETTAGLIO
UNO STRESS FOTOSINTETICO
MA
NON PUÒ DISCRIMINARE IL TIPO DI
STRESS**

**NECESSITÀ DI STRUMENTI
PIÙ POTENTI !**

**CONVENZIONE DI COLLABORAZIONE A FINI DI RICERCA
IBIMET CNR – MICROGEO SRL**



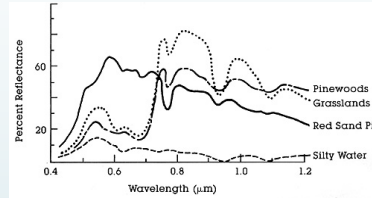
OBIETTIVO

**Supporto alla ricerca finalizzato all'approfondimento delle potenzialità di
sensori innovativi in ambito di remote sensing da piattaforma UAV in
Agricoltura di Precisione**

MAL DELL'ESCA - APPROCCIO SPERIMENTALE 2015



FIRMA SPETTRALE
ESCA ?



1- MONITORAGGIO
PROSSIMALE



2- MONITORAGGIO
REMOTO

UHD 185 - the Firefly (Cubert GmbH, Germany)

Payload
camera + ottica + mini-pc = 800g

Range spettrale 450-950nm
Campionamento 4nm
Canali 125

Spectral properties

Wavelength range	450 – 950nm
Sampling interval	4nm
Spectral resolution	8 nm @ 532nm
Channels	125

Camera properties

Detector	Si CCD
Digitization	12 bit
Measurement time	down to 100 µs
Camera interface	2x Gigabit Ethernet
Hyperspectral cube rate	up to 5 cubes/s
Cube resolution	1 megapixel



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto di Biometeorologia



GRAZIE PER L'ATTENZIONE



Salvatore Filippo Di Gennaro¹, Simone Orlandini²

¹Istituto di Biometeorologia del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IBIMET-CNR), Firenze

²Microgeo Srl, Campi Bisenzio, Firenze