

# Telerilevamento a supporto della precision farming

Alberto Crema (\*), Gabriele Candiani (\*), Mirco Boschetti (\*), Carlo Franchino (\*\*)

(\*) Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente (CNR-IREA) Via Bassini 15, 20133 Milano, 0223699454, crema.a@irea.cnr.it (\*\*) Azienda Carlo Franchno, Rosasco (Pv), franchino.cl@gmail.com

#### Riassunto

L'agricoltura di precisione (in inglese Precision Farming), si differenzia dalle pratiche agricole convenzionali, per l'utilizzo di moderni sistemi di invio e ricezione dati GPS o informazioni derivanti da sensori remoti usati come input per il controllo delle macchine agricole e delle loro componenti. Questo studio analizza la possibilità di utilizzare il telerilevamento per la produzione di mappe ed informazioni utili per la Precision Farming (De la fuente et al., 2013). Durante la stagione estiva 2014 sono state acquisite due immagini satellitari WorldView2 ad altissima risoluzione (2 m), il 16 Luglio e 17 Agosto, con l'obiettivo di testare le informazioni estratte dalle immagini come strumento predittivo della resa finale di alcuni campi di riso e per indirizzare pratiche agricole come le fertilizzazioni. Per entrambe le immagini satellitari sono stati calcolati diversi indici di vegetazione, i quali sono stati messi in relazione con i dati di resa acquisiti a fine stagione da una mietitrebbia dotata di pesa e posizionamento GPS, al fine di: 1) individuare l'indice con le migliori prestazioni e 2) valutare il corretto periodo di acquisizione. Il confronto delle correlazioni tra gli indici di vegetazione e i dati di resa finale hanno evidenziato valori massimi di correlazione  $R^2$ intorno a 0.6 per gli indici con le migliori prestazioni (NDVI, NDRE). Inoltre la possibilità di poter geo-localizzare la variabilità del vigore durante la stagione, permette di fornire indicazioni per attuare un'agricoltura di precisione e di ottenere vantaggi dal punto di vista sia economico che ambientale legati, per esempio, alla razionalizzazione nell'uso del concime (Zhang, Wang, & Wang, 2002).

## Abstract

Precision farming differs from conventional farming practices by the use of modern systems of sending and receiving GPS data or information from remote sensors used as input for the control of agricultural machineries and their components. This study examines the possibility of using Remote Sensing for the production of maps and information for Precision Farming (De la fuente et al., 2013). During summer 2014 two satellite images of the very high resolution sensor of WorldView2 (2 m) were acquired at  $16^{\text{th}}$  of July and  $17^{\text{th}}$  of August, with the aim of testing the information extracted from the images as a predictive tool of the final yield of rice crop and in order to address agricultural practices such as fertilization. For both satellite images were calculated different vegetation indices, which were correlated with yield data acquired at the end of the season from a combine equipped with weighting and GPS positioning, in order to: 1) identify the index with the best performance and 2) assess the correct acquisition period. The comparison of the correlation between vegetation indices and yield data showed final maximum correlation R<sup>2</sup> around 0.6 for the indeces with the best performance (NDVI, NDRE). Furthermore, the possibility of being able to geo-locate the crop variability during the season, can provide information for addressing precision farming and to obtain advantages both economically and environmentally related to the rationalization in the use of fertilizer (Zhang, Wang, & Wang, 2002).



## Metodologia

La definizione del periodo di acquisizione delle immagini satellitari Worldview2 è stata fatta in modo da avere a disposizione un'immagine antecedente la seconda fertilizzazione azotata di copertura (16 Luglio 2014) e una seconda immagine successiva alla suddetta concimazione (16 Luglio 2014). Questo per valutare sia il livello di variabilità intra-campo che il sensore è in grado di registrare in fasi fenologiche diverse, sia se il sensore fosse in grado di riconoscere gli effetti di concimazioni differenziate. Infatti in uno dei 10 campi coltivati a riso analizzati in questo studio, è stata effettuata, nel periodo che intercorreva tra le due acquisizioni, una concimazione differenziata. a fronte di concimazioni omogenee per gli altri 9 campi. Nella parte superiore del campo di riso test è stata fornita una dosa maggiore di urea solo nella seconda concimazione avvenuta ai primi di Agosto. Le immagini acquisite sono state per prima cosa co-registrate, corrette atmosfericamente e infine utilizzate per calcolare una serie di indici vegetazionali tra i più usati in letteratura: NDVI, EVI, NDRE, TCARI, OSAVI, TCARI/OSAVI (Hunt et al. 2013). Dopodiché le mappe degli indici sono state correlate alle mappe di resa finale (t/ha) dei 10 campi di riso ottenute tramite una mietitrebbia tecnologicamente predisposta ad acquisire mappe di questo parametro. La mappe di resa sono state ricampionate a due metri di risoluzione e sono state messe in correlazione con gli indici per entrambe le date per individuare in primis l'indice con la migliore prestazione e successivamente in quale data si avessero le migliori performance. L'identificazione del periodo ideale per ottenere informazioni su una coltura è un concetto fondamentale per poter migliorare la gestione delle pratiche agricole in funzione di benefici che si possono ottenere.

## Risultati

Le correlazioni tra la mappe di indici vegetazionali e le mappe di resa hanno evidenziato valori massimi di  $R^2=0.52$  per l'indice NDVI per l'immagine di Luglio, ma più in generale valori di  $R^2$ mediamente maggiori se confrontati con quelli di Agosto. Questo indica come un'immagine acquisita nel pieno della stagione, ancor prima dell'ultima concimazione di copertura, comunque ci può dare un'idea di come sarà la resa finale della coltura. D'altro canto il motivo per cui i valori di  $R^2$  di Luglio siano mediamente più alti è spiegato dal fatto che ad Agosto la coltura ha già iniziato la maturazione e la pianta ha già oltrepassato il picco di LAI (Leaf area Index) e il suo massimo espresso come biomassa verde. Nonostante la presenza di correlazioni mediamente più basse per tutti i campi, la migliore performance in assoluto,  $R^2=0.6$ , è risultata essere quella ell'immagine di Agosto per l'indice NDRE per il campo di riso test dove era stata effettuata la concimazione differenziata. Questo perché si è verificato un miglioramento dello stato nutrizionale della coltura sono nella zona dove è stata apportato più concime, che si è tradotto con una resa finale maggiore in quella zona del campo. Tale differenza non si riscontrava dai valori degli indici estratti dalla prima acquisizione satellitare di Luglio dove la correlazione infatti risultava di R<sup>2</sup>=0.1. Questo test di campo con variabilità indotta, ha confermato l'abilità del sensore di cogliere gli effetti delle concimazioni e lo stato nutrizionale della coltura, risultando adeguato sia in termini di risoluzione spaziale che di informazione spettrale grazie all'elevato numero di indici che possono essere calcolati con le sue bande. È importante sottolineare infatti che indici più legati alla biomassa come l'NDVI possono offrire informazioni sullo sviluppo nella prima fase vegetativa della coltura. Mentre indici come l'NDRE, che sono più correlati con lo stato nutrizionale della pianta, ci possono garantire informazioni sul reale stato nutrizionale della coltura essendo meno influenzati dalla sola biomassa, potendo derivare così mappe utili per ottimizzare e indirizzare fertilizzazione a rateo variabile a seconda delle esigenze (Huang et al. 2015).





Figura 1 - Serie temporale delle sviluppo fenologico del riso e delle attività della sperimentazione svolte durante il 2014 nel campo test di riso dove è stata effettuata una seconda concimazione differenziata.

## Work in progress

Durante l'annata 2015 sono state acquisite altre due immagini del sensore Worldview 2 in periodi diversi, il 4 di Giugno e l'1 Luglio, nell'ambito del progetto ERMES. L'esperienza del 2014 infatti ha suggerito di poter utilizzare lo strumento delle mappe degli indici per indirizzare entrambe le concimazioni, avendo riscontrato valori accettabili di correlazione e il vantaggio di poter dare agli agricoltori una mappa con la spazializzazione della variabilità presente nei campi. L'immagine di Agosto 2014 infatti risultava troppo in avanti nel calendario agronomico per un uso operativo dell'informazione prodotta, ma è servita come dimostrazione della capacità di detection del sensore Worldview2 nell'identificare la variabilità artificialmente generata con la concimazione differenziata. Alla fine dell'annata agraria (prossimo Ottobre) saranno acquisite le mappe di resa dell'annata 2015 per un ulteriore confronto delle performance degli indici calcolati sulle immagini satellitari del 2015. Contestualmente le mappe prodotte nell'anno 2015 sono state utilizzate dagli agricoltori per analizzare l'evoluzione della crescita del riso e per correggere anomalie di crescita con concimazioni differenziate grazie alla disponibilità di macchinari e che sfruttano la tecnologia a rateo variabile.



## Riferimenti bibliografici

De la Fuente, D.; Suarez, J.; Yague, J.; Pedrazzani, D.,(2013) "Potentiality of World-View 2 data for precision agriculture," in *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2013 IEEE International*, vol., no., pp.2825-2828.

Huang, Shanyu; Miao, Yuxin; Zhao, Guangming; Yuan, Fei; Ma, Xiaobo; Tan, Chuanxiang; Yu, Weifeng; Gnyp, Martin L.; Lenz-Wiedemann, Victoria I.; Rascher, Uwe; Bareth, Georg.2015. "Satellite Remote Sensing-Based In-Season Diagnosis of Rice Nitrogen Status in Northeast China." *Remote Sensing*. 7, no. 8: 10646-1066

Hunt E. R., Doraiswamy P. C., McMurtrey J. E., Daughtry C. S. T., Perry E. M., and Akhmedov B., "A visible band index for remote sensing leaf chlorophyll content at the canopy scale," Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf., vol. 21, pp. 103–112, Apr. 2013.

Zhang, N., Wang, M., & Wang, N. (2002), "Precision agriculture: a worldwide overview". *Computers and Electronics in Agriculture*, 36, 113e132.

ERMES project (FP7/2007-2013; grant agreement n° 606983)