

Il Remote Sensing per l'individuazione delle Zone di Gestione nei vigneti

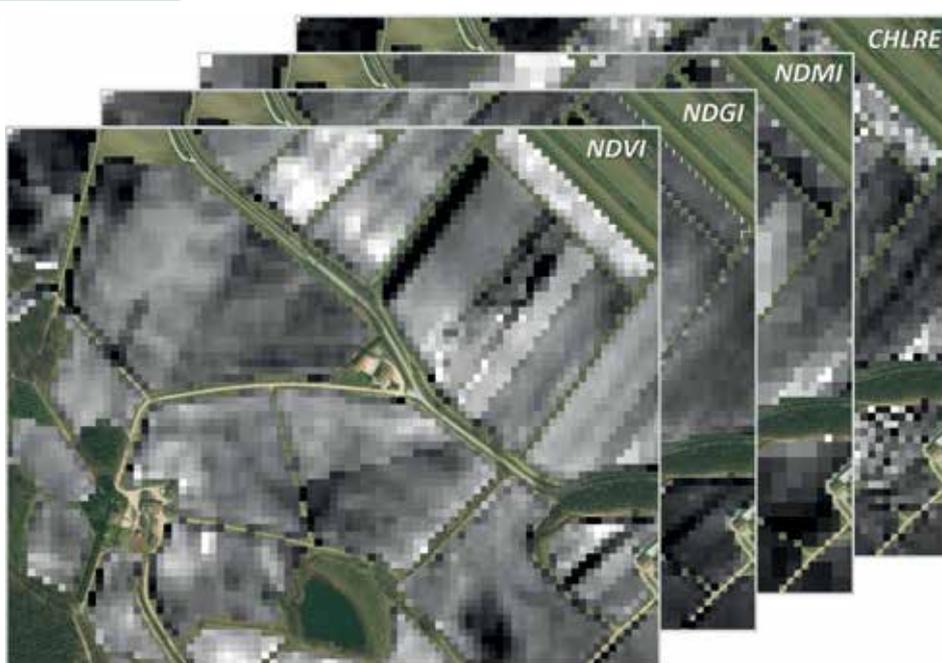
di Elisabetta Mattioli, Sara Antognelli, Antonio Natale, Velia Sartoretti

Le zone di gestione sono estremamente importanti nella viticoltura e, più in generale, nella gestione di qualsiasi appezzamento secondo le tecniche del precision farming. Attraverso nuove tecnologie è possibile identificare macro-aree all'interno del campo, omogenee per aspetti vegetativi e produttivi, con l'obiettivo di gestire gli appezzamenti in modo sito specifico.

È ormai affermata la consapevolezza che in uno stesso vigneto aree differenti possono dare, a parità di condizioni agronomiche, vini diversi.

La variabilità spaziale all'interno di un vigneto è stata da sempre un problema di difficile misura e gestione e costituisce una criticità maggiore che affligge i viticoltori, soprattutto nella loro ricerca di valorizzare pienamente il potenziale enologico delle proprie uve.

Questa variabilità determina, infatti, differenze vegetative e produttive che si ripercuotono anche pesantemente sul prodotto finale.



La variabilità, o meglio l'impossibilità di gestirla, determina inefficienza di conduzione, incertezza della produzione e inconsistenza della qualità. Gestire la variabilità vuol dire conoscere i fattori che influenzano qualità e resa e che possono essere modificati con una gestione agronomica informata e razionale.

Le fonti di variabilità spaziale in agricoltura sono molteplici, d'altronde solo alcune di queste rimangono stabili nel tempo; altre mutano continuamente in funzione della stagionalità, degli eventi climatici e meteorologici, delle operazioni agronomiche. Alla gestione della variabilità spaziale si aggiunge la complessità della variabilità temporale. Conoscere, misurare e correlare l'insieme o una parte di queste variabili con i risultati quantitativi e qualitativi della produzio-

ne e soprattutto comprendere in che modo avviene l'interazione tra i fattori, conduce, in ultima istanza, il viticoltore a poter fare delle predizioni accurate e spazializzate dei comportamenti e dei risultati. Questo gli permette di declinare il paradigma dell'Agricoltura di Precisione pianificando in maniera differenziale o sito specifica la gestione colturale e le vinificazioni e trarre il maggior beneficio possibile dal proprio vigneto. Alcune delle sfide critiche nel successo e nella larga adozione dell'Agricoltura di Precisione in Europa sono legate al superamento del rischio di investimento, alla percezione di complessità riguardo le soluzioni tecnologiche e alla determinazione dei benefici specifici per il singolo produttore.

Nella valutazione dell'adozione di tecnologie e metodi del

Precision Farming, l'agricoltore, come qualsiasi imprenditore, considera prima di tutto il profitto ed i benefici diretti che la sua attività e l'azienda ne possono trarre.

Misurare tutte o molte delle fonti di variabilità spaziale e temporale che influenzano la produttività di un vigneto, in questo senso, appare un processo costoso ed oneroso, dunque inappropriato alla realtà aziendale.

Il processo dell'applicazione delle strategie di gestione sito-specifica deve iniziare utilizzando le informazioni già in possesso delle aziende e proseguire raccogliendo nuovi dati che possono essere misurati in campo o acquisiti tramite analisi di immagini multispettrali da Remote Sensing.

Quest'ultimo risulta attualmente uno dei mezzi più potenti ed efficienti in termini di rapporto costi-benefici per l'acquisizione di dati multitemporali in agricoltura e che quindi sembrano meglio rispondere al compromesso dettato dalla cautela propria di un'azienda che si affaccia all'innovazione.

I sensori multispettrali sono strumenti in grado di registrare la quantità di energia riflessa e trasmessa dagli oggetti della superficie terrestre nelle diverse lunghezze d'onda dello spettro elettromagnetico (generalmente visibile e infrarosso).

Nella loro applicazione agricola, la quantità di radiazione riflessa e trasmessa nella regione del visibile (400-700 nm), è relativamente bassa, ad eccezione del picco nella regione del verde (struttura cellulare e pigmenti fotosintetici).

Nel vicino infrarosso (700-1350 nm) le foglie assorbono poco, a causa della struttura del mesofillo fogliare e quindi la riflettanza e la trasmittanza sono molto

alte.

Il passaggio tra valori di riflessione bassi nel rosso ed alti nell'infrarosso è molto rapido: questa porzione dello spettro, denominata Red Edge, è molto utilizzata nello studio dello stato di salute della vegetazione.

I dati raccolti per ogni canale possono essere comparati, combinati o matematicamente manipolati per generare indici ed immagini utili per i viticoltori. Diversi tipi di indici multi-spettrali di vegetazione sono stati sviluppati per massimizzare la correlazione dell'immagine con la quantificazione e qualificazione della vegetazione.

Molti autori hanno dimostrato che gli indici vegetazionali, tra cui il più solido è il *Normalised Difference Vegetation Index* (NDVI), sono in grado di fornire informazioni di valore non solo circa lo stato vegetativo del vigneto, ma anche circa la resa e la composizione delle uve, pH,

acidità, contenuto zuccherino e componenti fenolici (Lamb et al 2004; Arnó et al 2011).

L'NDVI è correlato all'area fogliare e costituisce un utile indicatore dello sviluppo e del vigore complessivo del vigneto. Dall'analisi di questo indice si possono identificare le *variazioni della crescita* all'interno del vigneto, così come identificare e mappare i cambiamenti che avvengono tra un anno e un altro. Le differenze nella crescita possono seguire uno schema, un *pattern*, regolare o casuale.

Schemi regolari con linee dritte o forme geometriche sono spesso correlate a differenze dovute alla cultivar o alla varietà tra una parcella ed un'altra, oppure al tipo di portainnesto, alle diverse pratiche di irrigazione o concimazione effettuate, o infine ad altri fattori correlati con le unità parcellari.

Schemi che invece seguono un andamento casuale o irrego-



lare sono molto più frequenti e riconducibili a differenze pedologiche o allo sviluppo di avversità.

In ogni caso, qualsiasi sia l'andamento spaziale della variabilità, le cause delle differenze di sviluppo devono essere diagnosticate utilizzando tutte le informazioni disponibili circa le variabili delle unità parcellari combinate necessariamente con delle verifiche in campo. Grazie agli elementi di comprensione delle differenze di vigoria tra le parcelle e all'interno delle parcelle, forniti dalle immagini, il viticoltore può realizzare dei *campionamenti differenziati e ragionati* per porzioni di vigneto, migliorando enormemente la significatività e l'efficienza del campionamento. Oltre ad identificare aree con crescita ridotta della chioma o basso vigore, le immagini sono molto utili nel rilevare i *cambiamenti interannuali*. Le comparazioni tra un anno ed un altro possono essere di notevole supporto nell'identificazione

delle problematiche; aiutano a discriminare, ad esempio, problematiche di origine fitosanitaria dagli effetti delle condizioni del suolo.

Inoltre, tramite analisi delle immagini si possono verificare e *monitorare gli effetti conseguenti alle azioni rimediatrici*, per valutarne l'efficacia. Le immagini possono essere utilizzate per tracciare l'andamento colturale nel tempo, in seguito ad interventi colturali specifici, come l'aumento della concimazione, l'irrigazione differenziale o pratiche di gestione del suolo sito-specifiche.

Molte aziende utilizzano il *Remote Sensing* per migliorare la qualità del vino attraverso la *vendemmia differenziale* basandosi sull'indice di vigoria, NDVI. Questo indice è stato anche correlato con i livelli di solidi solubili e con il contenuto fenolico nelle cultivar rosse. Permettendo a diverse sezioni di maturare nella stessa misura prima di vendemmiarle, la qualità complessiva del vino migliora. I blocchi che storicamente hanno prodotto vini di qualità media, possono generare vini di qualità nettamente superiore quando scelti sulla base della maturità uniforme. Nonostante la sua predominanza applicativa, l'NDVI non è l'unico indice in grado di fornire informazioni utili all'agricoltore, molti altri sono riconosciuti come espressione indiretta ma correlata con specifici parametri di campo. Inoltre è necessario rendere gli indici dei prodotti operativamente fruibili dall'azienda attraverso la loro generalizzazione e semplificazione in aree omogenee di risposta multispettrale o zone di gestione.

Le zone di gestione sono estremamente importanti per l'agricoltura di precisione, identificando macro-aree all'interno del

campo in cui i fattori limitanti sono diversi dal resto dell'appezzamento, permettono e guidano la gestione agronomica differenziale o sito specifica.

Le zone di gestione possono essere create dalla generalizzazione di un unico indice, derivare dalla sovrapposizione di più indici multispettrali, oppure dall'integrazione di dati da satellite con dati di diversa origine (es. da monitoraggio in campo) che definiscono una diversa variabilità spaziale specifica per ciascun fattore rilevato.

Le zone di gestione si distinguono, quindi, in:

- ▶ *factor-specific*: derivanti dalla generalizzazione di un indice alla volta interpretato in funzione delle correlazioni verificate tra i suoi valori e specifici fenomeni in campo. Alcuni degli indici che si sono dimostrati espressione significativa di un carattere sono ad esempio il *CHLRE - Chlorophyll Red-edge* (Gitelson 2011, 2013): correlato alla clorofilla presente nella pianta, e quindi in grado di rilevare deficit dello stato vegetativo, *NDMI - Normalized Difference Moisture Index* correlato con il deficit idrico.

In questo scenario, le zone risultano internamente uniformi per livello di un fattore di stress specifico come stress idrico, stress nutrizionale, presenza di fitopatie ecc.; subiscono facilmente variazioni nel tempo in relazione alla variazione di eventi climatici e pratiche colturali. Le zone di gestione *factor-specific* possono dare informazioni per la gestione di un singolo fattore di produzione. Ad esempio, indici basati sullo SWIR (Short Wave Infrared), indicando un diverso livello di



stress idrico, possono essere utilizzati per informazioni accurate sull'irrigazione.

Le zone di gestione factor specific possono essere integrate in funzioni ancora più avanzate, poiché grazie ai dati da satellite e a modelli di bilancio idrico e nutrizionale, è possibile produrre mappe di prescrizione dettagliate che permetteranno anche la spazializzazione differenziale delle quantità di input da somministrare alla coltura.

► *multipurpose*: derivate cioè dalla sovrapposizione ragionata di più indici multispettrali. Alcuni degli indici integrati a creare un indice globale di benessere sono il già citato NDVI oltre al CHLRE, l'NDMI ed altri.

Le zone risultano internamente uniformi per livello di benessere della coltura, dovuto a diversi fattori correlati, come vigoria, stress idrico e fitopatie; sono tendenzialmente stabili nel tempo.

Le zone di gestione multipurpose suddividono il campo in diversi livelli di benessere della coltura (solitamente 3 o 5) e possono essere utilizzate come un'efficace guida per le osservazioni in campo, in quanto permettono l'identificazione di sub-campioni statisticamente rappresentativi all'interno di ogni zona. In base alle conoscenze dell'agricoltore, ai dati da campionamento e agli indici utilizzati, queste zone di gestione possono essere utilizzate anche per eseguire concimazioni, irrigazioni, trattamenti fitosanitari e raccolta con tecniche differenziate.

Una piattaforma per la gestione dell'azienda agricola

La piattaforma Agricolus è una soluzione completa per l'azienda

agricola, in quanto permette di gestire i diversi aspetti della produzione. Agricolus ha una struttura modulare flessibile, che permette una configurazione personalizzata del sistema. In questo modo, la piattaforma è facilmente adattabile alle esigenze di diversi utilizzatori.

La versione Free di Agricolus supporta le decisioni comuni a diverse colture. Questa versione contiene funzionalità di base che permettono la georeferenziazione e la gestione degli appezzamenti, offrendo un semplice ed efficace strumento cartografico per il controllo completo delle colture presenti in azienda. Inoltre, permette la caratterizzazione pedologica degli appezzamenti mediante la spazializzazione dei risultati delle analisi del suolo comunemente effettuate dalle aziende agricole e fornisce alcuni indici da satellite che descrivono la vigoria delle colture. Su questa base, disponibile gratuitamente, si innestano funzionalità più avanzate.

Agricolus propone anche una versione Premium, in cui sono disponibili funzioni avanzate applicabili a più colture, che permettono il calcolo del fabbisogno irriguo o nutrizionale, la gestione delle rotazioni colturali e la definizione delle zone di gestione dei campi. Gli innovativi algoritmi proposti da Agricolus permettono di confrontare tra loro le zone di gestione di tutti i campi aziendali coltivati con la stessa varietà o coltura, in modo da offrire un supporto efficace alla calendarizzazione delle operazioni colturali a livello aziendale. Inoltre, Agricolus permette di utilizzare le zone di gestione come base per funzionalità avanzate, in quanto, integrando modelli di bilancio idrico e nutrizionale, permette di produrre mappe di prescrizione dettagliate

per la spazializzazione differenziale delle quantità di input da somministrare alla coltura. Alcune colture presentano caratteristiche peculiari, che implicano che gli agricoltori si confrontino ogni giorno con problematiche specifiche. Per queste colture, Agricolus propone alcuni moduli crop-specific che beneficiano di efficaci algoritmi predittivi dello stadio di sviluppo dei patogeni, e di funzionalità specifiche per la raccolta dei dati in campo tipici di ciascuna coltura. Ad esempio, il modulo Oliwes permette la gestione accurata dell'oliveto, grazie ad apposite funzionalità che permettono di monitorare le infestazioni di mosca dell'olivo (*Bactrocera Oleae*) ed altri patogeni specifici, mentre Tabacco DSS permette un'efficace gestione colturale e fitopatologica del tabacco. Grape DSS permette di ottimizzare la gestione del vigneto, grazie a modelli e funzionalità per la gestione dei principali parassiti e delle più delicate operazioni colturali. GrapeDSS supporta anche la raccolta dati per il monitoraggio qualitativo e quantitativo dei diversi vitigni, permettendo di visualizzare cartograficamente e graficamente i principali parametri qualitativi, lo stato di maturazione e le stime anticipate della resa.

Un caso applicativo su vigneto

Nell'annata 2016/17, le zone di gestione sono state identificate in un'azienda vitivinicola del centro Italia. L'azienda si estende per circa 100 ha, in media collina. L'annata 2016/17 è stata caratterizzata da una situazione di stress idrico che ha caratterizzato tutto il centro Italia e ha determinato un'anticipazione del periodo di raccolta dell'uva, con un decremento delle rese rispetto alla media.

Il modulo Remote Sensing ha

permesso di definire le zone di gestione generiche utilizzando i soli dati da satellite. Le zone di gestione sono state determinate sulla base di indici di vegetazione, di clorofilla e di stress idrico e in seguito validate con osservazioni visive in campo, che hanno confermato l'effettiva corrispondenza con il livello di stress mostrato dalle colture attraverso sintomi come ridotta *greenness* delle foglie, e ridotta vegetazione. Grazie alle zone di gestione, l'azienda ha potuto eseguire il campionamento stratificato in campo dei principali parametri quantitativi (numero di grappoli e peso medio dei grappoli) migliorando la rappresentatività del campione con un numero inferiore di prelievi. Questo ha permesso la stima precoce della resa e la valutazione della necessità di diradamento di ciascun campo. La stessa procedura è stata applicata al monitoraggio dei parametri qualitativi (zuccheri, pH e acidità). L'azienda ha potuto monitorare la variazione dello stadio di maturazione dei vitigni nel tempo per ogni zona. A causa della siccità che ha caratterizzato l'annata e la maturazione precoce, le zone di gestione sono risultate particolarmente utili per gestire la vendemmia differenziale.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Lamb, D.W., Weedon, M.M., Bramley, R.G.V. (2004) Using Remote Sensing to predict grape phenolics and colour at harvest in a Cabernet Sauvignon vineyard.
 Arnó, J., Rosell, J.R., Blanco, R., Ramos, M.C., Martínez-Casasnovas, J.A. (2011) Spatial variability in grape yield and quality influenced by soil and crop nutrition characteristics.
 Viña, A., Gitelson, A.A., Nguy-Robertson, A.L., Yi Peng. (2011) Comparison of different vegetation indices for the remote assessment of green leaf area index of crops.
 Clevers, J.G.P.W., Gitelson, A.A. (2013) Remote estimation of crop and grass chlorophyll and nitrogen content using red-edge bands on Sentinel-2 and -3.
 Ji, L., Zhang, L., Wylie, B.K., Rover, J.A., (2010) On the terminology of the spectral vegetation index (NIR – SWIR)/(NIR + SWIR), International Journal of Remote Sensing.

PAROLE CHIAVE

REMOTE SENSING; VIGNETO; PRECISION FARMING; AGRICOLUS

ABSTRACT

Spatial variability inside a vineyard has been always difficult to be measured in order to valorize the enological potential of the grapes. Remote Sensing is a technique that can be used for improving wine quality through the identification of Management Zones in the fields and the consequent differential grape harvest. The technique is based on the use of Vigor Vegetation Indices, that allow to identify the variations of the grape growth and the composition of the grape in the vineyard, and the changes that happen over time. Agricolus software provides these features and it has been used successfully in some vineyards in the center of Italy.

AUTORE

ELISABETTA MATTIOLI, E.MATTIOLI@AGRICOLUS.COM
 SARA ANTOGNELLI, S.ANTOGNELLI@AGRICOLUS.COM
 ANTONIO NATALE, A.NATALE@AGRICOLUS.COM
 VELIA SARTORETTI, V.SARTORETTI@AGRICOLUS.COM

AGRICOLUS SRL



I.MODI® è un servizio che sfrutta i dati di Osservazione Terrestre per monitorare la stabilità di edifici e infrastrutture civili in tutto il mondo.

Fornendo report in maniera user-friendly tramite WebGIS, I.MODI® rende il dato satellitare utilizzabile in modo semplice e intuitivo.

 Controllo sistematico di aree molto vaste

 Back Analysis usando dati archiviati dal 1992

 Dati satellitari facili da capire

 Integrazione con il contesto geologico

 Non richiede dispositivi installati sulla struttura

 Servizi modulari per le esigenze dell'utente



I.MODI® è sviluppato da

Survey Lab

Survey Lab, spin off dell'Università La Sapienza di Roma, è impegnata nello sviluppo di nuove tecnologie per la realizzazione di prodotti, processi e servizi di geomatica. Dal 2008 opera nel campo del controllo di edifici e infrastrutture civili e del monitoraggio del territorio mediante l'utilizzo integrato di sensori satellitari e terrestri.

www.imodi.info

www.surveylab.info



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 720121

AGRICOLUS®

MAKING PRECISION FARMING EASIER

LA PIATTAFORMA INDISPENSABILE PER L'OTTIMIZZAZIONE DEI COSTI
E LA MASSIMIZZAZIONE DELLA PRODUTTIVITÀ DELLA TUA AZIENDA AGRICOLA

**AGRICOLUS®**
TOBACCODSS

**OLWES®**

**GRAPE-DSS**

SOFTWARE DI SUPPORTO ALLE DECISIONI
ADATTATI ALLE PARTICOLARI COLTURE.

ALTRI MODULI IN USCITA...



ORGANIZZAZIONE
DELLE ATTIVITÀ AGRICOLE



MONITORAGGIO
DELLA PRODUTTIVITÀ



PREVENZIONE
DELLE AVVERSITÀ



www.agricolus.com

VUOI DIVENTARE PARTNER O RIVENDITORE DI AGRICOLUS?

SCRIVI A discover@agricolus.com PER AVERE TUTTE LE INFORMAZIONI.