



PRODURRE MEGLIO E CON MENO SPRECHI

Viticoltura INTELLIGENTE

per garantire qualità e made in Italy

>> Paola D'Antonio, Costanza Fiorentino, Felice Modugno

Le innovazioni di processo rappresentano per la viticoltura uno strumento importante per coniugare qualità, costi e sostenibilità ambientale. Le tecnologie di precisione in viticoltura sono una strategia di gestione aziendale che usa le tecnologie informatiche per acquisire dati che portino a decisioni finalizzate alla produzione agricola. Lo scopo è quello di mettere in sintonia la gestione del terreno e delle colture con le specifiche esigenze di un campo eterogeneo, al fine di migliorare la produzione, minimizzare i danni ambientali ed elevare gli standard qualitativi dei prodotti agricoli.

Attualmente il mercato offre un vasto assortimento di macchine e attrezzature per la coltivazione.

Le macchine operatrici disponibili in commercio consentono una gestione altamente meccanizzata dei campi anche su modeste superfici, garantendo buoni risultati sia in termini di qualità sia di produttività, con una significativa riduzione dei costi di manodopera. Nella viticoltura 4.0 i dati acquisiti sui terreni vengono sistematizzati per

automatizzare i processi e controllare da remoto le pratiche colturali, riducendo i tempi di lavorazione, il consumo di carburante e di agenti chimici, nonché lo stress dell'operatore.

MONITORARE IL VIGNETO

Negli ultimi tempi l'attenzione per la digitalizzazione delle attività produt-



L'utilizzo di tecnologie di precisione per l'acquisizione dei dati relativi alla variabilità dei parametri riscontrabili in un vigneto permette di definire i fattori sui quali ragionare per scelte operative e strategie da adottare al fine di migliorare gli standard qualitativi, ridurre i costi e i danni ambientali



Drone utilizzato per la distribuzione di fitofarmaci. Possiede un serbatoio che contiene la soluzione che viene vaporizzata sulla coltura

tive è cresciuta in misura notevole, interessando anche il settore vitivinicolo attraverso la sperimentazione di soluzioni informatiche che vanno dal vigneto alla bottiglia. In Italia una parte delle aziende vitivinicole utilizza sistemi informativi aziendali per la digitalizzazione delle informazioni provenienti dal vigneto già da qualche anno, dimostrando la spiccata attitudine all'innovazione tecnologica del comparto. Alcune tecnologie IoT (Internet of things o Internet delle cose) sono già adottate in quanto permettono di seguire passo dopo passo il processo di maturazione dell'uva, monitorando il vigneto e le attività che in esso vengono svolte. La raccolta in tempo reale di informazioni che riguardano la meccanizzazione fornisce un contributo molto im-

portante per le tecnologie IoT e di conseguenza alla viticoltura: basti pensare alla misurazione e alla trasmissione a distanza di informazioni e dati, utili sia al costruttore, sia all'utilizzatore.

Le tecnologie impiegate in viticoltura vedono un grande utilizzo della meccanizzazione per le operazioni aziendali dell'intero ciclo colturale, dalle lavorazioni del terreno all'irrigazione e alla fertilizzazione, dai trattamenti fitosanitari fino alla raccolta. Ridurre l'impatto dovuto alla meccanizzazione, sia in termini di riduzioni delle emissioni inquinanti sia degli effetti compattanti sul suolo, è un obiettivo che il mondo dell'ingegneria meccanica agraria sta affrontando con l'introduzione di nuove tecnologie di monitoraggio integrate ai dispositivi avanzati.

LA TELEMETRIA

Tecnologia informatica emergente, la telemetria permette la misurazione e la trascrizione di informazioni di interesse al progettista di sistema o all'operatore.

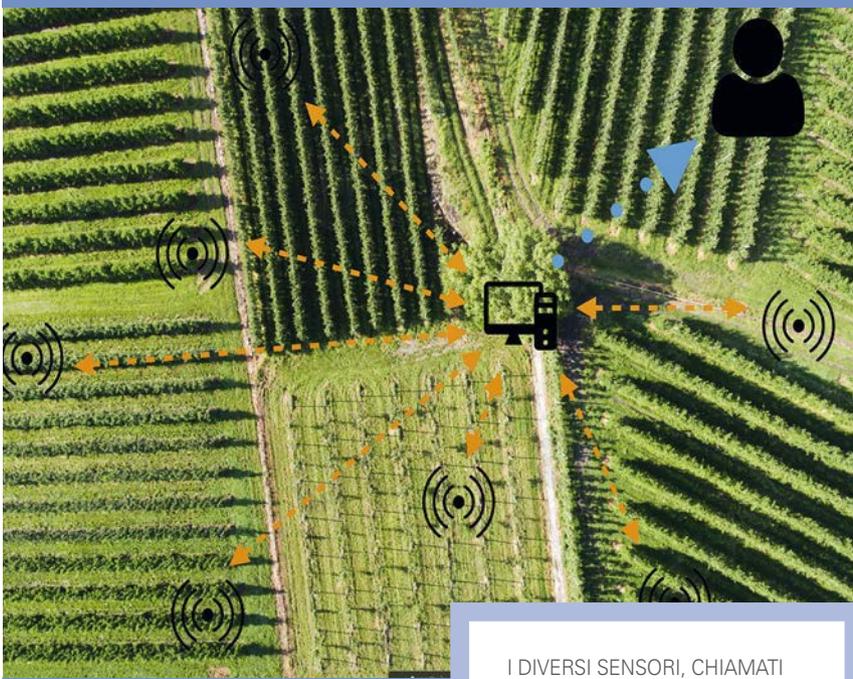
La telemetria consente la raccolta e poi la valutazione di una grande quantità di dati meccanici e produttivi, grazie a una serie di sensori applicati strategicamente in punti chiave di una macchina (per l'agricoltura si va dal trattore alle varie operatrici fino alle macchine per la raccolta) in modo da non intralciarne il funzionamento. Il numero e il tipo di sensori varia a seconda delle necessità di chi controlla il lavoro della macchina.



T.1 EVOLUZIONE DELLA VITICOLTURA DAL 1900 AI GIORNI NOSTRI

1900	1950	2000	2020
1.0	2.0	3.0	4.0
Meccanizzazione	Rivoluzione verde	Agricoltura di precisione	Agricoltura digitale
Incremento dell'efficienza	Nuove pratiche di gestione agronomica	Sistemi di guida e distribuzione	Gestione aziendale in tempo reale
Sistemi intensivi di lavoro	Uso di fertilizzanti e pesticidi	Monitoraggio delle produzioni	Servizi a valore aggiunto
Bassa produttività relativa	Miglioramento genetico	Applicazioni a rateo variabile	Capacità di automazione
	Incremento produttività	Telematica	Tracciabilità processi produttivi
		Gestione dati	Piattaforme di dati

F.1 SCHEMA DI FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA DI COMUNICAZIONE DATI DEI SENSORI ALLA CENTRALINA PRINCIPALE



I DIVERSI SENSORI, CHIAMATI NODI PERIFERICI, REGISTRANO E COMUNICANO IN MANIERA WIRELESS I PARAMETRI REGISTRATI AL NODO COLLETTORE, IL QUALE DOTATO DI ACCESSO A INTERNET, COMUNICA A SUA VOLTA LE INFORMAZIONI ALL'UTENTE, IN QUALSIASI POSIZIONE EGLI SIA

Sistemi di controllo accoppiati alle macchine li troviamo sulle trattrici, sulle mietitrebbie, sulle macchine per la raccolta meccanica dei prodotti, sulle vendemmiatrici o sulle macchine a rateo variabile per l'applicazione di prodotti fitosanitari.

Questi sistemi permettono un controllo integrato della produttività delle colture.

TELERILEVAMENTO

Gli strumenti che il mercato e la ricerca mettono a disposizione per lo studio della variabilità in vigneto,

quantificando così i parametri che determinano l'eterogeneità delle colture per interventi sito-specifici, alla base della sostenibilità, dell'eco-compatibilità e della rintracciabilità dei processi produttivi, appartengono appunto al settore

Le centraline agrometeorologiche sono composte di sensori multiparametro, che misurano, ad esempio, temperatura, umidità, velocità e direzione del vento. Generalmente sono auto alimentate da un pannello fotovoltaico e posseggono l'accesso a internet, per la trasmissione dei dati raccolti

dell'agricoltura di precisione.

In tale contesto, gli strumenti non invasivi di osservazione e monitoraggio dei parametri colturali a diversa scala risultano molto utili ed efficaci, in particolare:

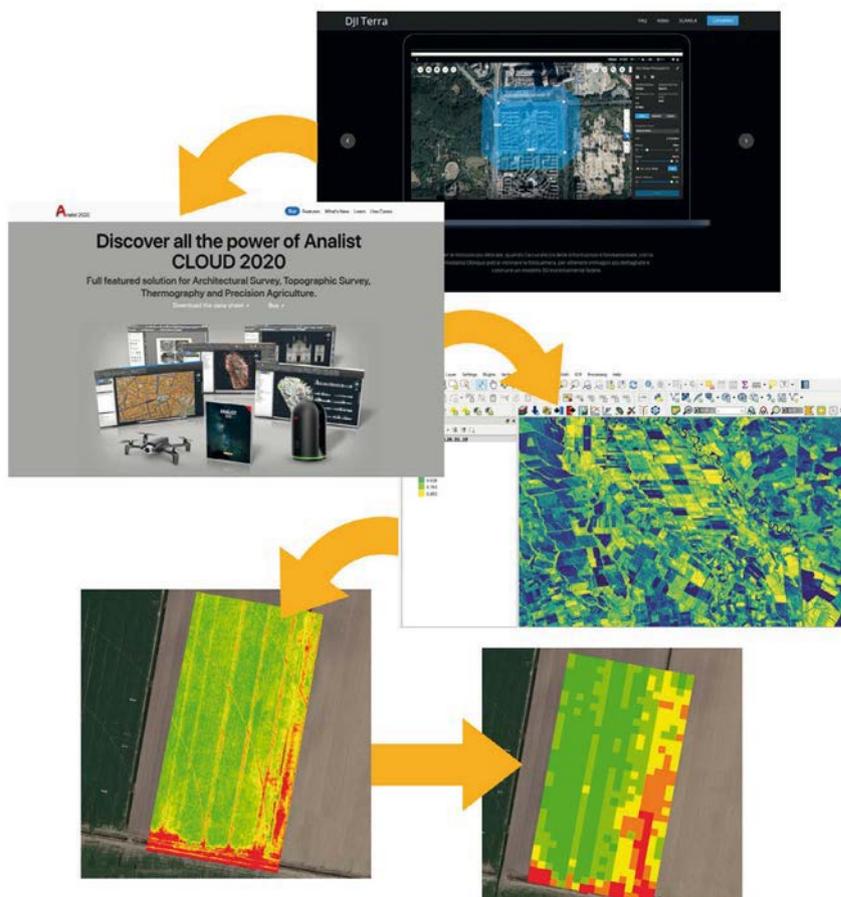
- il «remote sensing» (telerilevamento remoto) che utilizza sensori montati su differenti piattaforme quali satelliti, aerei, Uav (Unmanned aerial vehicle, cioè aeromobile a pilotaggio remoto, ovvero i droni);
- il «proximal sensing» (telerilevamento prossimo) che utilizza sensori in prossimità della coltura quali spettroradiometri da campo trasportati dall'operatore o montati su supporti fissi o mobili, oppure in generale strumentazioni in grado di rilevare parametri biofisici della pianta.

Inoltre a supporto dei dati telerilevati vengono utilizzate centraline agrometeorologiche per il monitoraggio dei principali parametri climatici e rilievi finalizzati alla caratterizzazione dei suoli.

I principi alla base delle due tecniche sono pressoché identici: un sistema di immagine è utilizzato per rilevare e memorizzare la riflessione della luce solare da parte della superficie di un bersaglio al suolo, che nel caso delle colture include la



F.2 SCHEMA DEI SOFTWARE PER OTTENERE LE MAPPE DI PRESCRIZIONE DA DATI GREZZI



I DATI RILEVATI DAI DRONI VENGONO IMMESSI IN UNA SERIE DI SOFTWARE, CIASCUNO CON UN COMPITO PRECISO, AL FINE DI OTTENERE IL FILE DELLA MAPPA CHE SARÀ CARICATA SULLA MACCHINA CHE COMPIERÀ LA LAVORAZIONE. IN QUESTO SCHEMA SONO PRESENTI SOFTWARE DI PIANIFICAZIONE DEL VOLO DEL DRONE, UNIONE E INTERPOLAZIONE DI DATI PER LA CREAZIONE DI UNA MAPPA UNICA, ANALISI E CATEGORIZZAZIONE DEI DATI (GIS), CREAZIONE DELLA MAPPA DI PRESCRIZIONE VERA E PROPRIA

copertura vegetale e il suolo.

La quantità di luce solare riflessa dal bersaglio viene descritta in termini di profilo di riflettanza spettrale (o firma spettrale). Le immagini derivanti da remote sensing principalmente forniscono informazioni circa le caratteristiche superficiali delle colture per quanto riguarda la zona di sviluppo orizzontale.

La tecnologia digitale attualmente più utilizzata è quella dei sistemi di immagine multispettrale che permettono di analizzare le colture mediante più di una lunghezza d'onda. I sistemi più comuni utilizzano quattro sensori di immagine separati (uno per colore) che analizzano la luce solare riflessa nelle lunghezze d'onda del blu, verde, rosso e vicino infrarosso.

INDICE VEGETAZIONALE

Lo stato di salute della vegetazione viene monitorato calcolando, a partire dalle informazioni sopra citate, i cosiddetti indici vegetazionali. L'indice più diffuso è l'NDVI (Indice di vegetazione normalizzato) calcolato come rapporto normalizzato tra le bande spettrali del vicino infrarosso e del rosso; esso varia tra

un valore minimo pari a -1 fino a un valore massimo pari a 1 .

A partire da questa prerogativa, ovvero l'associazione a specifiche lunghezze d'onda dello spettro elettromagnetico degli specifici elementi, si comprende come le possibili applicazioni di tale tecnologia possano essere sempre più complesse e diversificate in funzione delle differenti finalità di monitoraggio.

Nella *figura 1* è mostrato un esempio di monitoraggio mul-

titemporale in un vigneto; una volta completata la raccolta dei vari parametri, attraverso l'elaborazione dei dati con software appositamente dedicati, è possibile ottenere una mappa di prescrizione (*figura 2*), che permette di individuare diverse zone omogenee tra loro. Ovviamente, maggiori sono i dati a disposizione e più precise e coerenti saranno le mappe estrapolate, risultate dall'elaborazione di un'enorme quantità di informazioni.

SENSORISTICA

Negli ultimi anni si sta sviluppando un'interessante serie di sensori per l'indagine delle colture denominati sistemi di proximal sensing o side looking sensor. Questi sistemi di monitoraggio a distanza ravvicinata sono in grado di fornire dati georeferenziati con elevata accuratezza; attualmente si dividono in sensori ad analisi di immagini e sensori di analisi di riflettanza spettrale.

La scelta della tecnologia da utilizzare e del sensore più opportuno va chiaramente valutata in base alla tipologia di coltura da monitorare, agli obiettivi che ci si prefigge senza trascurare la disponibilità economica dell'investimento previsto e i benefici ottenibili.

LA VITICOLTURA DI PRECISIONE

L'acquisizione di dati multispettrali, sia derivanti da telerilevamento prossimo sia remoto, necessita di appropriate elaborazioni per la produzione di mappe tematiche in grado di descrivere visivamente lo stato vegetativo delle colture. A tale scopo sono stati elaborati nel corso degli anni una serie di indici di vegetazione correlati ai differenti parametri biofisici della pianta. Gli indici vegetazionali, insieme al monitoraggio dei parametri pedoclimatici e alle caratterizzazioni dei suoli, costituiscono i tasselli fondamentali per comprendere la variabilità spazio-temporale del vigneto. Sarà così possibile valutare se sussiste, e, se sì, in quale misura, una variabilità intra-parcellare tale da influenzare le performance vegeto-produttive delle viti.

Tale operazione richiede complesse elaborazioni statistiche e l'utilizzo di modelli di simulazione dello sviluppo colturale. Queste analisi consentono di definire all'interno di ciascun campo aree omogenee dal punto di vista della risposta colturale, quindi ciascuna area risponderà ai trattamenti in maniera omogenea, mentre aree diverse richiederanno una differenziazione nei trattamenti. Secondo tale principio vengono prodotte le «mappe di prescrizione» che permettono di eseguire lavorazioni a rateo variabile: ciò significa ottimizzare le operazioni colturali, come ad esempio distribuire la corretta dose di concime o programmare un intervento irriguo di soccorso, associando a ciascuna zona omogenea dell'appezzamento la quantità più adatta. A tale scopo sono disponibili dei software dedicati.

Le nuove tecnologie sviluppate per il settore agricolo,

T.2 CONFRONTO DEI COSTI FRA TRATTAMENTI TRADIZIONALI E DI PRECISIONE IN VIGNETO

	Fitofarmaci (euro/ha)	Lavorazioni (euro/ha)	Totale (euro/ha)
ADP (Agricoltura di precisione)	156	314	470
Tradizionale	255	550	805
Differenza (euro/ha)	-99	-236	-235
Differenza (%)	-31	-37	-35

L'ADOZIONE DELLE TECNOLOGIE PER LA VITICOLTURA DI PRECISIONE CONSENTE UN RISPARMIO NON INDIFFERENTE DEI COSTI DI PRODUZIONE

in congiunzione con la rapida evoluzione dell'Information communication technologies (Ict) e dei Sistemi informativi geografici, offrono ormai enormi potenzialità per lo sviluppo e l'ottimizzazione di soluzioni per la distribuzione delle informazioni a supporto della viticoltura di precisione.

In viticoltura la telemetria risulta essere particolarmente interessante nelle macchine per la difesa fitosanitaria e la raccolta.

La comunicazione dei parametri con cui vengono effettuati i trattamenti consente di memorizzare dati sito-specifici inerenti allo stato fitosanitario del vigneto, al periodo del trattamento, al tipo e alla quantità di prodotto distribuito, all'osservanza delle aree o fasce di rispetto oltre a tutti i parametri funzionali dell'irroratrice (pressione di esercizio, portata, velocità di distribuzione, stato dei filtri e degli ugelli, ecc.). Inoltre le informazioni relative ai trattamenti possono essere impiegate da software gestionali per definire le condizioni di copertura e i tempi di rientro.

Il monitoraggio dei parametri ambientali e la raccolta delle informazioni relative alle caratteristiche pedoclimatiche rientrano tra i principali campi di applicazione delle tecnologie IoT in agricoltura.

Grazie a modelli di simulazione dello sviluppo colturale è possibile definire all'interno di ciascuno vigneto aree che saranno trattate diversamente



T.3 UTILIZZO DEL DRONE IN VITICOLTURA: MODALITÀ E COSTI

Drone	Bassa velocità	Alta velocità
Velocità (km/ora)	10	20
Capacità di copertura (minuti/ha)	10-15	5-10
Costo volo protocollo Enac (euro/ha)	70-110	30-50

La definizione dei parametri di irrigazione può essere attuata tramite i dati ricevuti da una rete di sensori di umidità del terreno posti a diverse profondità, in modo da fornire informazioni sul reale quantitativo d'acqua presente nel suolo.

L'integrazione tra i diversi sensori e i software gestionali consente di monitorare in modo esaustivo le dinamiche idriche del vigneto. Allo stesso modo anche la difesa fitosanitaria può trarre vantaggio da reti di sensori IoT. In questo caso i parametri quali la temperatura, l'umidità e la bagnatura fogliare vengono rilevati da sensori distribuiti in maniera capillare all'interno dell'apezzamento, successivamente tali dati vengono inviati a una stazione agrometeorologica presente nel vigneto che funge da snodo centrale. In questo modo, l'agronomo aziendale e

l'operatore, attraverso un apposito verbale web, possono accedere ai relativi dati e decidere se, quando e come intervenire. Tali sistemi inoltre integrano modelli di sviluppo e modelli di rischio di infezione per le principali criticità fitosanitarie del vigneto.

Sul mercato sono poi presenti speciali trappole dotate di un sensore ottico che invia immagini della trappola al portale web, facilitano così il conteggio degli insetti presenti per la definizione delle soglie di intervento.

L'intero processo di analisi, monitoraggio e azione differenziata nel vigneto si traduce conseguentemente in una non indifferente riduzione dei costi di produzione, come si nota in *tabella 2*. In *tabella 3* sono invece riportati i costi relativi all'utilizzo dei droni in agricoltura. L'Internet of things sta rivoluzionando il mondo del vino anche al di fuori del vigneto: alla bottiglia di vino può essere applicata una etichetta con un QR-code che può fornire numerose informazioni per il consumatore (ad esempio sul produttore, sul territorio di origine, imbottigliamento, ecc.).

Paola D'Antonio, Felice Modugno
Università degli studi della Basilicata

Costanza Fiorentino
Digimat spa, Matera



www.viteevino.it



Edizioni L'Informatore Agrario

Tutti i diritti riservati, a norma della Legge sul Diritto d'Autore e le sue successive modificazioni. Ogni utilizzo di quest'opera per usi diversi da quello personale e privato è tassativamente vietato. Edizioni L'Informatore Agrario S.r.l. non potrà comunque essere ritenuta responsabile per eventuali malfunzionamenti e/o danni di qualsiasi natura connessi all'uso dell'opera.