

# OFFICINA



ISSN 2384-9029

07  
lug-ago 2015

# INDICE



N.07 lug-ago 2015

in copertina:

Fatti in casa!  
2015

immagine di

Laura Bottaro\*

\**Laura Bottaro, architetto e graphic designer.*

*Ama sperimentare tramite diversi linguaggi visivi, unendo l'arte alle nuove tecnologie.*

*Guarda, fotografa, taglia, illustra, sistema la realtà. Ha studiato Scienze dell'Architettura presso l'università Iuav di Venezia e attualmente studia Creatività e Design della Comunicazione presso l'università IUSVE di Venezia.*

4



## ESPLORARE

La coltivazione e l'uso degli agrumi nelle Ville Venete

*di Valentina Manfè*

Arte e vino. Due eccellenze in una mostra unica

*di Margherita Ferrari*

FAV Festival des Architectures Vives

*di Francesca Guidolin*

6

## QB. INTERAZIONI CON IL MONDO DEL CIBO

*introduzione di Valentina Manfè*

La risorsa acqua: dai tempi passati ai tempi dell'Expo

*di Raffaella Reitano*

Un ecosistema integrato nell'architettura

*di Andrea Meneghelli*

NonèpescEXPOchi

*di Federico Riccato, Marco Picone, Giacomo Cipolato, Riccardo Fiorin*

Orti sinergici e permacoltura

*di Alberto Stangherlin, Sara Stangherlin, Federica Sgamaro, Denis Borso*

L'alternativa alla grande industria e alla grande distribuzione

*di Chiara Gaspardo e Sara Todeschini*

Contadini ai piani alti

*di Antonio Musacchio*

La geomatica a supporto dell'agricoltura di precisione

*di Paolo Dosso*

52



## PORTFOLIO

Campagna abbandono

*di Alessandro Venerandi*

58



## IN PRODUZIONE

Impronta ecologica leggera

*di Emilio Antonioli*

64



## VOGLIO FARE L'ARCHITETTO

Touch Security House

*di Dario Moretto e Luca Ariedi*

Alimentare lo sguardo

*di Michele Bruttomesso, Otto Climan, Giordano Zennaro*

72



#### IMMERSIONE

Riciclare con creatività

*di Margherita Ferrari*

78



#### DECLINAZIONI

Note tra i Cluster

*di Emilio Antonioli*

80



#### MICROFONO ACCESO

Una cucina di sostanza

*a cura di Michele Menegazzo*

84



#### CELLULOSA

Un'idea del cavolo?

*a cura di Emilio Antonioli*

86



#### ARCHITETT'ALTRO

Quando l'architettura incontra l'agricoltura

*di Alice Biasia*

90



#### (S)COMPOSIZIONE

Un Caffè?

*di Giusy Laura Pascarelli*



# La geomatica a supporto dell'agricoltura di precisione

Tecnologie e algoritmi geospaziali per la sostenibilità ambientale e l'ottimizzazione delle produzioni agricole

di Paolo Dosso

Paolo Dosso è titolare dello Studio di Ingegneria Terradat e fondatore di TEAM - Tecnologie Evolute Agricoltura Meccanizzata<sup>1</sup>.  
e-mail: p.dosso@terradat.it

*Italy is currently hosting the Universal Exhibition 2015, whose theme is "Feeding the Planet, Energy for Life". Besides underlining the fact that the world needs to make conscious political choices and to develop sustainable lifestyles, it also explicitly states that a crucial role in creating a balance between the availability and the consumption of resources will be played by the use of the best available technology.*

*In this framework, precision agriculture techniques will have a big chance to contribute to the goal of reducing the environmental impact of farming activities while increasing their yield, the quality of products, and their profitability. Precision farming, which makes wide use of geospatial data sources and data processing algorithms, aims at reducing intra-parcel variability by monitoring it and adopting variable-rate strategies in order to apply (virtually) every agronomical input at varying doses, according to the actual needs of every single point within the field as the tractor moves inside it.*

L'Italia ospita in questi mesi l'Esposizione Universale 2015, il cui tema è "Nutrire il Pianeta, Energia per la Vita". Oltre a sollecitare scelte politiche consapevoli e stili di vita sostenibili, Expo indica in modo esplicito che un ruolo importante verso l'obiettivo di trovare un equilibrio tra disponibilità e consumo delle risorse verrà esercitato dall'utilizzo di tecnologie all'avanguardia. In questo contesto si inseriscono le tecnologie di agricoltura di precisione, settore che ha avanzato i primi passi alla fine del secolo scorso allorché la nuova disponibilità di dati satellitari ad alta risoluzione - grazie al lancio ed alla messa in orbita del satellite Ikonos II nel 1999 - permise all'uomo di osservare la Terra dallo Spazio con un dettaglio geometrico e spettrale sino ad allora mai raggiunto. La risoluzione del sensore multispettrale ad immagine alloggiato a bordo del satellite Ikonos II, pari a 4x4 m al suolo per *pixel*, permise infatti per la prima volta di riprendere dallo spazio ed analizzare gli oggetti ed i fenomeni presenti sulla superficie terrestre con un dettaglio tale da ritenere di poter essere in grado di descrivere per tale via anche la variabilità che caratterizza da sempre le coltivazioni moderne, e che i satelliti delle generazioni precedenti non erano in grado di cogliere.

Osservando con i nostri occhi un qualsiasi appezzamento coltivato con tecniche moderne, sia che si tratti di colture erbacee o di impianti arborei, è infatti possibile notare come l'espressione vegetativa della coltura sia spesso assai variabile all'interno dell'appezzamento, andando così a costituire la cosiddetta variabilità intraparcellare delle colture, che si manifesta nonostante tutte le operazioni colturali (irrigazione, fertilizzazione, trattamenti fitosanitari, potatura, ecc.) vengano in realtà realizzate con pari intensità all'interno dell'appezzamento stesso.

Da cosa deriva questa variabilità? In massima parte dall'elemento di base sottostante al processo agricolo, ovvero dalle caratteristiche geopedologiche del suolo coltivato, che possono variare anche





01

repentinamente in ambiti relativamente ristretti (pochi metri di distanza). Inoltre, pendenze ed esposizione dei versanti influenzano la capacità della vegetazione di intercettare la radiazione solare e costituiscono il fattore determinante per la definizione del reticolo idrografico di drenaggio dei terreni, contribuendo quindi ad instaurare condizioni differenziali di insolazione delle colture e di disponibilità idrica per le stesse.

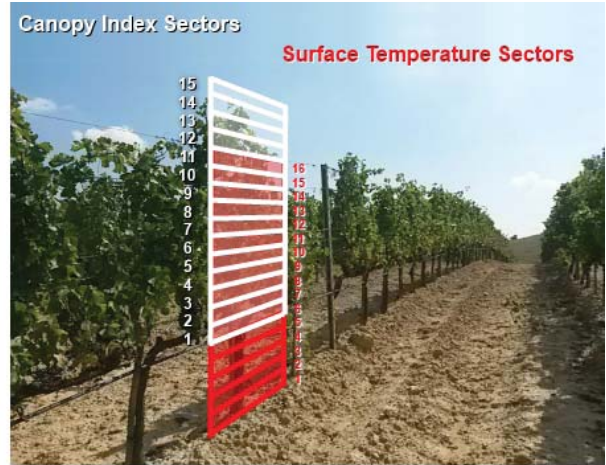
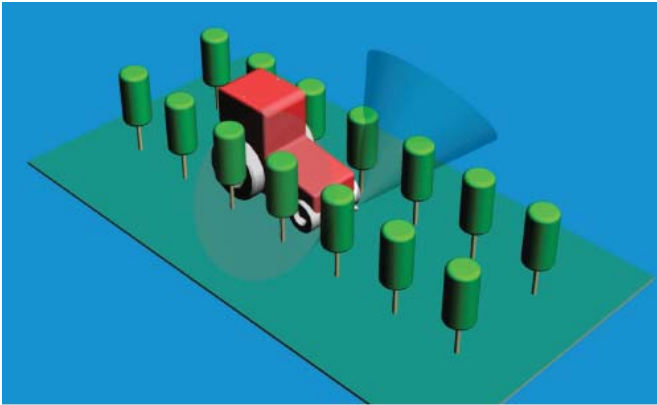
Infine, anche le operazioni colturali - condotte dall'uomo con tecniche ormai quasi integralmente meccanizzate ed in larga parte estensive - tendono ad enfatizzare le differenze già presenti all'interno di un appezzamento: quando infatti un terreno presenta già variabilità importanti in termini di dotazione minerale, e quindi livelli di fertilità differenti al suo interno, adottare - come normalmente avviene - piani di concimazione a rateo costante (ovvero dove la dose erogata si mantiene costante in tutto l'appezzamento) significa in realtà accumulare ulteriori nutrienti laddove non vi sarebbe una reale necessità di apporti nutritivi esterni, giungendo per tale via a volte anche a causare in tali areali un peggioramento della qualità delle produzioni anziché un beneficio: ad esempio a causa del conseguente sviluppo di condizioni favorevoli alla diffusione di attacchi parassitari nel caso di colture arboree, come nella vite,

oppure dell'incremento delle condizioni favorevoli all'allettamento delle colture in caso di coltivazioni erbacee, come nel frumento.

Tante di queste "variabilità" all'interno degli appezzamenti si riflettono in ultima analisi sia sulle rese agricole che sulla loro qualità, influenzando quindi in modo assai determinante sulla *profitability* dell'attività agricola stessa, già oggetto di costante e progressiva erosione a causa delle dinamiche economiche globali e delle forti

“ sfruttare le tecnologie finalmente disponibili per “mappare” la variabilità intraparcellare esistente nelle colture con l'intento di volgerla questa volta a proprio favore

”



02

pressioni coercitive provenienti da un lato dalle multinazionali che presidiano la produzione ed il commercio di sementi, fertilizzanti ed agrofarmaci, e dall'altro dagli operatori della filiera logistica e distributiva dell'agroalimentare, e in particolare dai grossisti e dagli operatori della GDO.

L'origine di questa problematica nasce senza dubbio dall'evoluzione sociale ed economica subita dal comparto agricolo nel corso degli ultimi decenni, che ha portato ad un continuo incremento delle dimensioni aziendali medie, oltre che a fenomeni sempre più estesi ed ampi di sistemazione fondiaria miranti all'aggregazione progressiva delle parcelle tra di loro al fine di garantire maggiore efficienza e quindi economicità nella lavorazione meccanica delle stesse.

Aziende sempre più estese e parcelle sempre più grandi hanno portato via via ad una minore consapevolezza della variabilità intraparcellare da parte dell'agricoltore, spesso impossibilitato a monitorarne l'entità ed estensione e quindi sostanzialmente ignaro del conseguente impatto sulle produzioni in termini di rese, qualità e *profitability*.

Si tratta di una condizione impensabile nel contesto dell'economia rurale che ancora sussisteva nel nostro paese non più tardi di sessant'anni fa, caratterizzata da estrema parcellizzazione delle proprietà fondiarie: un mondo ormai del tutto confinato in un passato impossibile da recuperare, ove il contadino conosceva alla perfezione pregi e difetti di ogni angolo di terra da lui coltivato.

Da queste considerazioni, oltre che dalla disponibilità di dati atti a supportare tale approccio, nasce all'inizio di questo secolo la cosiddetta agricoltura di precisione, ovvero l'idea di sfruttare le tecnologie finalmente disponibili per "mappare" la variabilità intraparcellare esistente nelle colture con l'intento di volgerla questa volta a

proprio favore mediante l'utilizzo di macchine intelligenti in grado di operare non più a rateo costante, come di consueto, ma a rateo variabile, ovvero in una modalità in cui l'intensità dell'azione puntuale della macchina (sia essa uno spandiconcime, un irrigatore, un atomizzatore o virtualmente qualsiasi altra macchina agricola) sia proporzionata alle effettive esigenze puntuali della coltura.

Risulta chiaro quindi che un sistema di agricoltura di precisione è costituito da tre segmenti, tra loro strettamente interdipendenti:

- 1 - una sorgente di dati atta a registrare, preferibilmente in forma di mappa, la variabilità intraparcellare;
- 2 - un'elettronica dedicata, in grado di leggere le informazioni georeferenziate contenute nella mappa che descrive la variabilità intraparcellare, stabilire la posizione corrente del mezzo agricolo, generalmente facendo ricorso alla tecnologia GPS, incrociare tali due informazioni al fine di stabilire l'entità della regolazione (la dose di un prodotto o l'intensità di una attività) da comunicare alla macchina agricola;
- 3 - una macchina agricola intelligente, in grado di ricevere il comando proveniente dall'elettronica e regolare quindi i propri attuatori in modo da erogare l'azione specifica secondo il rateo stabilito, che quindi risulta variabile istante per istante e non più costante come nelle lavorazioni meccaniche tradizionali.

In questo contesto, il ruolo della geomatica risulta di fondamentale importanza in almeno due segmenti dell'intero sistema.

Innanzitutto, ciò avviene con l'utilizzo di tecnologie per il posizionamento globale (GPS), le quali a partire dal 2000 - anno in cui il presidente USA Bill Clinton stabilì la cessazione della *Selective Availability*<sup>2</sup> - sono in grado di fornire misure di posizionamento in





03

continuo ed in movimento del tutto compatibili con gli usi nel settore dell'agricoltura di precisione, e via via sempre più accurate con l'integrazione della costellazione americana GPS con altri sistemi di proprietà di altri paesi quali il russo GLONASS ed in prospettiva l'europeo GALILEO (da 1-2 metri di errore nelle soluzioni più economiche, fino a pochi cm per quelle più sofisticate).

L'agricoltura di precisione si avvale poi di una variegata serie di piattaforme (satellite, aereo, drone) e sensori ad immagine (camere digitali multispettrali, sensori iperspettrali, camere termiche) al fine di raccogliere i dati atti a descrivere la variabilità intraparcellare in modo semplice e di facile utilizzo.

Anche gran parte degli algoritmi di elaborazione dati utilizzati in agricoltura di precisione si basano su tecniche e procedimenti tipici del mondo geomatico (in particolare reperiti in aree tematiche quali *remote sensing* ed *image processing*, ma anche geometria computazionale e *Geographical Information Systems*).

Per quanto riguarda le piattaforme e le sorgenti di dati, il satellite risulta in linea di principio il sistema più idoneo allo scopo, in special modo quando si tratti di monitorare ampie superfici, grazie alla sua capacità di riprendere vasti areali in un solo "scatto" o passaggio. Ciò che risulta ancor oggi carente è la flessibilità nella scelta dell'istante di acquisizione dei dati (spesso l'utente deve "accontentarsi" di immagini d'archivio, anche per ragioni di *budget*), ed il costo delle immagini, ancor oggi troppo elevato (in special modo per quanto riguarda acquisizioni *ad hoc* o addirittura con *time windows* molto ristrette o ravvicinate rispetto al momento dell'ordine dell'immagine). Il futuro allestimento di costellazioni di microsatelliti, attualmente già in corso da parte di alcune società sta-

“

negli ultimi tempi ha ripreso interesse l'impiego di sensori di prossimità montati direttamente a bordo del trattore, in grado di fornire una base informativa per l'adozione di tecniche di agricoltura di precisione

”

tunitensi, permetterà di superare quelli che al momento risultano *handicap* insormontabili per l'utilizzo massivo di dati da satellite in agricoltura di precisione.

Anche l'aereo, sebbene molto più flessibile del satellite per quanto riguarda la scelta dell'istante di acquisizione dei dati, risulta ancor meno idoneo in termini di costi, che in generale sono assai superiori rispetto all'opzione satellite.

Da un paio d'anni assistiamo ad una vera e propria frenesia ed impazzimento dell'opinione pubblica relativamente alla crescente popolarità dei droni: pare che nessuna attività umana possa resistere all'attrazione fatale di questi congegni ronzanti *hi-tech* e, di conseguenza, anche l'agricoltura di precisione è stata travolta dalla mole di potenziali applicazioni in tale campo della tecnologia dei droni, che spaziano dal loro utilizzo quale piattaforma per riprese aeree, ad altri improbabili usi quali vettori per la distribuzione sui campi di fertilizzanti, fitofarmaci, insetti utili.

In effetti l'utilizzo di droni per riprese fotogrammetriche di prossimità a supporto dell'agricoltura di precisione costituisce un interessante ambito applicativo. Purtroppo però il Regolamento emanato da ENAC in materia ed entrato in vigore nel 2014 pone condizioni operative fortemente limitanti agli operatori di droni<sup>3</sup>, ed impone procedure autorizzative burocratiche e farraginose, con l'effetto di rendere sostanzialmente improponibile, oltre che economicamente non sostenibile a queste condizioni operative, l'utilizzo dei droni in agricoltura. Alla luce di tali limiti connessi all'utilizzo di satellite, aereo o drone, ha ripreso negli ultimi tempi interesse l'impiego di sensori di prossimità montati direttamente a bordo del trattore, in grado di rilevare uno o più parametri agronomici o micrometeorologici in



04

grado di fornire una base informativa per l'adozione di tecniche di agricoltura di precisione. In tali sistemi, il sensore rileva in continuo un *array* di parametri<sup>4</sup> le cui letture sono collegate ad una misura di posizionamento GPS e memorizzate in un file di *log*. Un *software* di *postprocessing* si preoccupa successivamente di convertire i file di *log* in una serie di mappe tematiche (una per ciascun parametro rilevato) sovrapponibili ed incrociabili tra loro.

L'efficacia del sistema si basa sulla constatazione che i costi del suo utilizzo, al netto dell'investimento iniziale, sono sostanzialmente nulli, potendo impiegare il sensore stesso durante uno degli innumerevoli passaggi in campo per effettuare le più comuni pratiche colturali (fertilizzazione, trattamenti, diserbo, sfalcio, cimatura, ecc). Inoltre, a differenza di tutte le altre sorgenti dati, i sensori di prossimità possono essere utilizzati anche per realizzare attività a rateo variabile in tempo reale, utilizzando sistemi in cui il dato rilevato dal sensore comanda direttamente ed in tempo reale gli attuatori della macchina intelligente al fine di regolarne il funzionamento in regione degli effettivi fabbisogni direttamente desunti dalla lettura proveniente dal sensore. Infine, il sensore di prossimità, in quanto nella piena disponibilità dell'agricoltore stesso, lo mette in condizione di indipendenza dalle problematiche che un eventuale fornitore di servizi di mappatura da satellite/drone/aereo potrebbe incontrare nella sua attività, e del tutto al riparo da possibili problematiche che potrebbero eventualmente affliggere filiere (come quella dei *satellite data provider*) così lontane - anche psicologicamente - dal mondo dell'agricoltore.

Esperienze ormai protratte lungo un arco temporale di oltre 10 anni ci consentono di affermare che l'adozione di tecniche di agricoltura di precisione, con l'impiego in campo di macchine intelligenti con tecnologia a rateo variabile, permette di conseguire risparmi nella distribuzione di fertilizzanti e fitofarmaci generalmente compresi tra -20% e -40%, con le evidenti ed ovvie ricadute anche in termini di compatibilità e sostenibilità ambientale di tali produzioni agricole. Inoltre, in campo viticolo, l'adozione di pratiche di concimazione

a rateo variabile consente di evitare efficacemente l'instaurarsi di condizioni favorevoli allo sviluppo di fitopatie nelle zone di maggior vigore della coltura, con un'ulteriore conseguente diminuzione della necessità di impiego di alte dosi di fitofarmaci. Infine, l'utilizzo di strategie di vendemmia selettiva<sup>5</sup> basate su mappe di vigore del vigneto permette di ottenere incrementi qualitativi assai significativi nelle produzioni di maggior pregio (fino a +3 gradi brix e tra +50% e +100% di polifenoli ed antociani nei mosti corrispondenti alle zone meno vigorose del vigneto).

In sintesi, possiamo dire che l'agricoltura di precisione è un'opzione tecnologica ormai alla portata di ogni azienda agricola, del tutto sostenibile in termini di costi/benefici, ed in grado di portare con sé numerosi risvolti ambientali di sicuro interesse: crediamo di non sbagliare se concludiamo affermando che essa si ritaglierà un importante ruolo nel raggiungimento dell'obiettivo di trovare un equilibrio tra disponibilità e consumo delle risorse nel nostro mondo globalizzato.

“  
l'agricoltura di precisione, con l'impiego in campo di macchine intelligenti con tecnologia a rateo variabile, permette di conseguire risparmi nella distribuzione di fertilizzanti e fitofarmaci compresi tra -20% e -40%

”



#### NOTE

1 - TEAM è un raggruppamento di imprese (Studio di Ingegneria Terradat, Appleby Italiana, Casella Macchine Agricole) nato nel 2009 con lo scopo di fornire al settore agricolo soluzioni di agricoltura di precisione "chiavi in mano", dal rilevamento del dato, al suo processamento e successiva gestione tramite dispositivi elettronici, fino alle macchine agricole appositamente dedicate ad attività in campo di tipo VRT (Variable Rate Technology).

2 - La Selective Availability è una tecnica, dismessa nel 2000, che degradava la precisione della tecnologia GPS per usi non civili ad accuratezze non superiori a 100 m.

3 - Oltre a porre numerosi altri vincoli che stabiliscono il divieto di sorvolo con droni entro 8 km dagli aeroporti, in prossimità di strade, infrastrutture, zone urbanizzate, aree congestionate ed all'interno delle aree aeroportuali o di spazi aerei controllati, il Regolamento ENAC limita l'utilizzo professionale del drone in un volume (denominato V70) contenuto entro una distanza orizzontale di 200 m dal punto di stazionamento del pilota e della base station, e ad un'altezza massima di 70 m dalla quota del medesimo punto.

4 - A titolo d'esempio: indici di vegetazione, misure di temperatura superficiale della vegetazione, umidità relativa atmosferica, temperatura atmosferica, distanze della parete vegetata, ecc.

5 - Da parte di alcuni produttori di macchine agricole, sono state sviluppate vendemmiatrici in grado di separare (in continuo e durante il percorso delle vendemmiatrici stessa all'interno del vigneto) le uve di un unico vigneto in due lotti differenti, in funzione delle indicazioni provenienti da una mappa di vigore del vigneto stesso, con il fine quindi di operare una vendemmia differenziata e selettiva, che porta in ultima analisi all'ottenimento di due vini con caratteristiche profondamente (e spesso sorprendentemente) differenti, anche se provenienti da grappoli raccolti nel medesimo vigneto.

#### IMMAGINI

01 - Uno spandiconcime a rateo variabile, con dettaglio sull'elettronica di bordo.

02 - Sensore di prossimità da vigneto, dall'alto a sinistra in senso orario: rendering del principio di funzionamento, visualizzazione dell'area della parete ripresa dai diversi sottosensori, dettaglio costruttivo, la centralina di controllo a bordo trattore.

03 - Sensore di prossimità da campo aperto al lavoro in un appezzamento coltivato a pomodoro.

04 - Trattore equipaggiato con un sensore di prossimità da vigneto (posto sul sollevatore anteriore del trattore) ed uno da campo aperto (posto sulla cabina del trattore).

05 - Mappa di vigore realizzata con sensore di prossimità da campo aperto (30 ha accorpato coltivati a pomodoro).

Immagini dello Studio di Ingegneria Terradat.

#### LINK UTILI

- [www.terradat.it](http://www.terradat.it)
- [www.precision-farming.com](http://www.precision-farming.com)
- [www.casella.it](http://www.casella.it)
- [www.applebyitaliana.com](http://www.applebyitaliana.com)
- [www.teamsmartfarming.com](http://www.teamsmartfarming.com)

