



Progetto GO Smart Data

“per la gestione intelligente dei dati nelle attività in vigna e cantina”

Finanziato ai sensi del Reg. (UE) 1305/2013 del PSR 2014-2020 della Regione Toscana – Bando relativo al sostegno per l’attuazione dei Piani Strategici e la costituzione e gestione dei Gruppi Operativi (GO) del Partenariato Europeo per l’Innovazione in materia di produttività e sostenibilità dell’agricoltura (PEI - AGRI), Sottomisure 16.2, 1.2, 1.3 Approvato con decreto della Regione Toscana n. 13600 del 7 agosto 2019.



Il progetto

Partendo da un contesto economico fortemente competitivo, come quello vitivinicolo, l'innovazione tecnologica rappresenta un fattore determinante per affrontare le future sfide non solo in termini di garanzia di alti livelli qualitativi ma anche di sostenibilità ambientale, produttività ed efficienza dei processi produttivi. Le aziende vitivinicole che vogliono essere competitive in un mercato globale devono necessariamente sottoporsi a un processo di *digital transformation*, in grado di offrire innovazioni che consentano di incrementare il valore aggiunto.

In tale contesto si inserisce il progetto GO-SmartData, per la gestione intelligente dei dati nelle attività in vigna e cantina (<https://www.go-smartdata.it/index.php>) coordinato dal Collegio Agrotecnici e Agrotecnici laureati di Arezzo, Grosseto, Perugia, Siena, Terni che coinvolge il Dipartimento per la Innovazione nei sistemi biologici, agroalimentari e forestali (DIBAF) – dell'Università degli Studi della Toscana, il Centro Ricerche Produzioni Vegetali (CRPV – ora Ri-nova), la Fondazione per la Consulenza Aziendale in Agricoltura (FONDAGRI), e 4 aziende vitivinicole presenti nell'areale toscano (Azienda agricola Tenuta Frassineto, Società agricola Buccelletti vivai S.S, Azienda agricola Carlo Tanganelli di Marco Tanganelli e Azienda Agricola Santo Stefano di Bernardini Michele).

Obiettivo principale del progetto Go-Smart Data è quello di rendere più competitivo il contesto produttivo vitivinicolo della Regione Toscana attraverso l'introduzione di importanti innovazioni di processo e di prodotto. In particolare:

- introduzione di un Sistema Informativo Analitico di tipo Web GIS, Sistemi di Supporto Decisionale per la gestione della qualità (per il monitoraggio delle fasi di trasformazione tecnologica del prodotto, a partire dalla materia prima e attraverso ogni fase del processo);
- diffusione dei dati raccolti e dei risultati via Web, attraverso l'applicazione di modelli di tipo *internet of things (IoT)*, per la tracciabilità dei processi e dei prodotti lungo tutta la filiera vitivinicola, comprese le fasi di distribuzione, con il fine ultimo di garantire la qualità del prodotto e la sicurezza per il consumatore;
- incrementare il valore aggiunto associato al prodotto e concepito come tale dal consumatore finale, dovuto al miglioramento e alla garanzia di predeterminati livelli qualitativi;
- aumentare la competitività dei singoli produttori operatori di filiera, in contesti nazionali e internazionali, anche in considerazione della recente normativa sulla Sostenibilità Agenda 2030 di tipo economico, sociale ed ambientale.

Per realizzare quanto sopra, fulcro del progetto Go-Smart Data è stata la realizzazione e la messa a punto di uno spettrofotometro prototipale per la misurazione in continuo e in tempo reale del contenuto di polifenoli, flavonoidi e antociani in campo e in cantina. Questo con lo scopo ultimo di ottenere vini con migliori caratteristiche qualitative.

Dal contenuto in polifenoli dipende, infatti, la percezione della corposità del vino, le sue caratteristiche in termini di colore e, in parte, il profilo aromatico. Questi parametri rappresentano dunque uno strumento generalmente usato per definire la qualità del prodotto vino. Conoscere in tempo reale e rapidamente il contenuto in polifenoli di uve e vino rappresenta dunque un'opportunità per le aziende vitivinicole, di migliorare la qualità del prodotto e guadagnare maggiore competitività. La misurazione di tali parametri viene generalmente effettuata tramite analisi di tipo distruttivo: analisi laboriose, lunghe, costose, e impattanti dal punto di vista ambientale. Tali analisi richiedono, oltretutto, laboratori e reagenti chimici dedicati e costosi nonché personale qualificato.

In un contesto di sostenibilità ed efficienza di gestione aziendale, gli attori del settore vitivinicolo devono dunque dotarsi di strumenti tecnologici innovativi, economici, veloci e facilmente utilizzabili da tutti gli operatori di filiera. In questo senso, lo strumento di monitoraggio non distruttivo proposto soddisfa, di fatto, i requisiti di efficienza di gestione dei processi produttivi e di sostenibilità ambientale.

Innovazione in cantina: realizzazione di sensore a tecnologia Near Infrared (NIR) per l'analisi dei polifenoli

Lo spettrofotometro prototipale (figura 1) lavora nelle regioni spettrali del visibile e del vicino infrarosso (VIS-NIR). E' sviluppato in modo da essere portatile, e utilizzabile direttamente in vigneto o in cantina. L'estrema facilità di utilizzo lo rende estremamente versatile e lo rende idoneo per il monitoraggio di polifenoli, antociani e flavonoidi da qualsiasi operatore della filiera e nel corso di tutte le fasi produttive: da quelle relative alla maturazione delle uve, alle fasi di fermentazione fino ad arrivare ai vini finiti o in invecchiamento. Inoltre, la tecnologia non distruttiva NIR, non comportando il deterioramento del campione e l'utilizzo di solventi chimici, risulta una tecnologia a basso impatto ambientale.

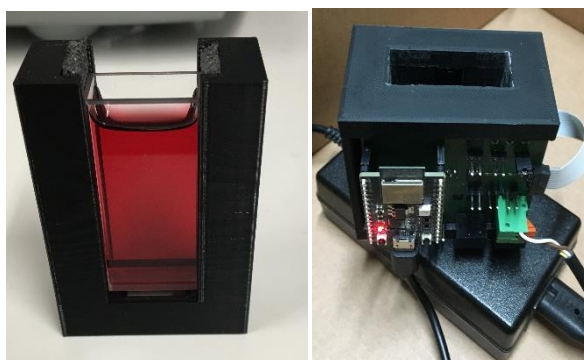


Figura 1 Prototipo sensore spettrale (NIR) sviluppato per il monitoraggio del contenuto di polifenoli, flavonoidi e antociani mosti in fermentazione e vino

Altro punto cardine del prototipo è il basso costo. Tutti i suoi componenti sono facilmente reperibili sul mercato ed estremamente economici. Questo fa sì che il prototipo sia acquistabile anche da piccole realtà produttive, realtà caratterizzanti il panorama vitivinicolo toscano.

Il sensore a tecnologia VIS-NIR è supportato dalle tecnologie *IoT* che permettono la raccolta dati parte di un Sistema Informativo Analitico di tipo Web GIS di Supporto Decisionale (DSS) e di diffusione in Cloud dei risultati. L'applicazione dell'*IoT* ha lo scopo di raccogliere ed elaborare i dati raccolti in Cloud e la restituzione dei risultati all'operatore in tempo reale. Il prototipo VIS-NIR è dunque completo di hardware contenente funzioni, modelli e algoritmi atti all'elaborazione, gestione e trasferimento dei dati in tempo reale.

Funzionamento del prototipo

Il prototipo opera con lunghezze d'onda del Near Infrared (NIR) nel range che copre tra i 1370 e i 2140 nm, mediante tre bande integrate che si affidano alla rilevazione spettrale di tre sensori in serie, montati sovrapposti (Figura 3). I dati spettrali vengono raccolti dall'operatore direttamente dalle vasche di vinificazione o dai contenitori di stoccaggio, in cantina. Gli spettri registrati dal prototipo vengono immediatamente e automaticamente inviati al sistema *in cloud* nel quale sono precaricati i modelli statistici predittivi e trasformati in valore numerico (quantità di polifenoli, antociani e flavonoidi). L'informazione ottenuta viene restituita, in tempo reale, all'operatore di cantina tramite,



Figura 2 Schema di funzionamento del prototipo smart data

attualmente, invio sulla piattaforma software operativa per gli obiettivi del progetto, con l'intento di deviare, in futuro, le informazioni direttamente su smartphone o laptop dell'utilizzatore.

Questo permette un monitoraggio rapido e costante del contenuto di polifenoli con una possibile automazione dei processi, e garanzia di una maggiore efficienza dei processi di produzione e di elevati livelli qualitativi.

Sviluppo dei modelli predittivi

Per lo sviluppo dei modelli predittivi caricati sul cloud, l'acquisizione degli spettri VIS-NIR è avvenuta su molteplici campioni di uve in maturazione, mosti in fermentazione e di vini finiti. I campioni di uve e mosti sono stati forniti dalle quattro aziende vitivinicole Toscane sopra citate, partner di progetto. La varietà oggetto delle misurazioni sono state: Trebbiano, Syrah, Merlot, Sangiovese e Cabernet Sauvignon, tutte coltivate nella zona di Castiglion Fiorentino (Arezzo). Al fine di verificare l'affidabilità e la capacità di lettura del prototipo, gli spettri sono stati, in prima battuta, confrontati con gli spettri ottenuti da spettrofotometri già commercialmente utilizzati (NIR-AOTF e BlueWave VIS-IR). Le misurazioni spettrali sono poi state affiancate ad analisi di tipo analitico/distruttivo per la misurazione del contenuto reale di polifenoli, flavonoidi e antociani totali. I dati provenienti dall'analitica distruttiva tradizionale sono stati elaborati statisticamente secondo le moderne tecniche di analisi statistica (PCA e PLS) al fine di individuare le lunghezze d'onda che meglio discriminavano i diversi livelli di polifenoli. Successivamente, tramite la correlazione tra misure tradizionali e misure spettrali, sono stati costruiti e validati modelli statistici predittivi. La validazione è avvenuta analizzando gli scostamenti dei dati che il modello restituisce in previsione grazie ai risultati delle analisi eseguite tramite VIS-NIR, rispetto a quelli ottenuti tramite risultati della chimica analitica.

Da questa elaborazione dei dati è stato possibile costruire tre diversi modelli predittivi per i tre diversi parametri di interesse: polifenoli, flavonoidi e antociani totali. Questi modelli vengono caricati sulla piattaforma *in Cloud* e utilizzati per la restituzione del valore numerico all'operatore.

Lo spettrofotometro mostra una buona sensibilità nella determinazione dei parametri di interesse. I modelli predittivi restituiscono livelli di R^2 di circa 0.85 per i polifenoli totali e 0.80 per gli antociani totali, significatività statistica apprezzabile considerando le caratteristiche prototipali dello strumento e, soprattutto, il basso costo della sensoristica di acquisizione impiegata per l'implementazione strumentale, specialmente se paragonato ai costi di strumenti commerciali operanti con le stesse tecnologie ottiche e con finalità molto prossime. I risultati consentono di investire su ulteriori sviluppi della capacità di acquisizione degli spettri e lettura dei picchi di assorbanza e soprattutto di affinare ed arricchire le calibrazioni e le capacità predittive dei modelli caricati in Cloud. Il device si configura come strumento operativo integrabile ed implementabile, in continuità e nel corso del susseguirsi delle campagne vitivinicole, per una espansione dei modelli di lettura predittiva sui parametri fenolici di mosti-vini e vini.

Operatività ed affidabilità del prototipo

Lo strumento prototipale ha vissuto, nel corso dello sviluppo progettuale, una continua evoluzione che lo ha condotto ad avere, ad oggi, le caratteristiche e la funzionalità di quello mostrato in figura...

Il prototipo, operativamente, mostra una buona performance di acquisizione spettrale nel range di riferimento manifestando altresì una buona attitudine a correlare gli spettri riferiti a singoli campioni di mosti-vini in fermentazione con dati analitici distruttivamente misurati sugli stessi, mantenendo la progressività estrattiva di composti fenolici durante le fasi di macerazione/fermentazione.

Alle metodologie di 'pattern recognition' e regressione multivariata di tipo PCA e PLS e le computazioni ad esse associate, è stata affidato lo sviluppo dei modelli di misura, la cui attendibilità e robustezza e accuratezza predittiva viene testata attraverso gli specifici indici statistici di correlazione ed errore medio prodotto dalle misure (R_2 , RMSEC, RMSECV, SEC, SEP, RPD). I grafici sotto i modelli di regressione di tipo "cumulato", ottenuti prendendo complessivamente tutte le varietà rosse analizzate, in relazione ai parametri selezionati: antociani, flavonoidi e polifenoli totali. Le acquisizioni spettrali, associate ad una dashboard di acquisizione e lettura, restituiscono all'operatore misure dirette, di tipo predittivo, dei parametri analitici di polifenoli, antociani e flavonoidi totali (Figura 4).

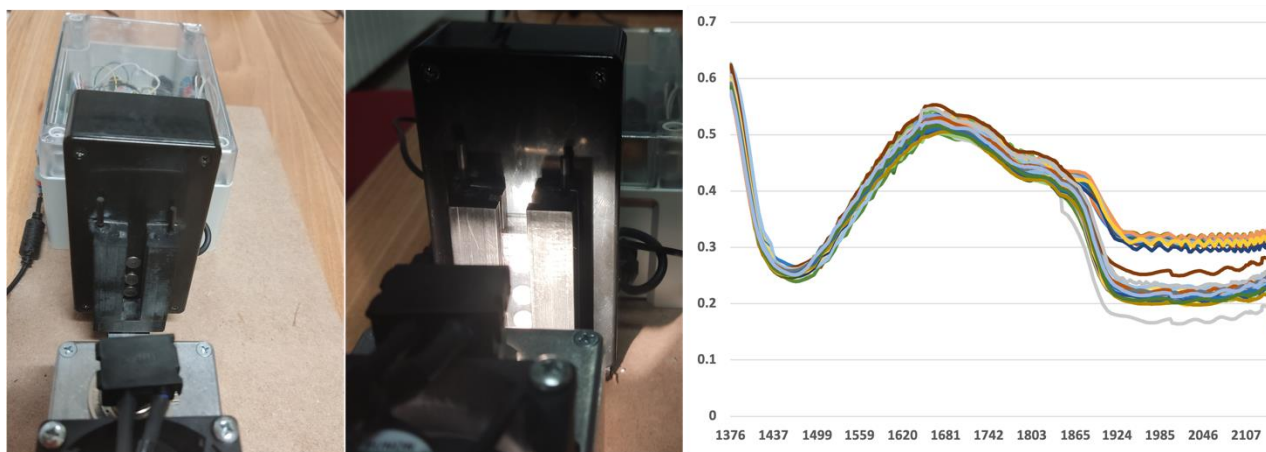


Figura 3 Caratteristiche strumentali del prototipo NIR ed esempio di acquisizione spettrale (a dx).

Prospettive

Il progetto proposto si concretizza in innovazione di processo che prevede di mettere a disposizione delle imprese vitivinicole, un sistema di utilità e operatività immediata. Questo permetterà loro di garantire alti livelli qualitativi. Questa opportunità consentirà di incrementare il valore percepito del prodotto finale, attraverso la valorizzazione della qualità e della sostenibilità ambientale. Le aziende potranno, nell'auspicio dell'output di SmartData legato allo sviluppo prototipale, ottenere un incremento stimato del valore commerciale delle proprie produzioni nell'ordine del 5-10%, senza dimenticare le positive ricadute legate a un minor impatto ambientale grazie all'efficientamento dell'intero processo produttivo.

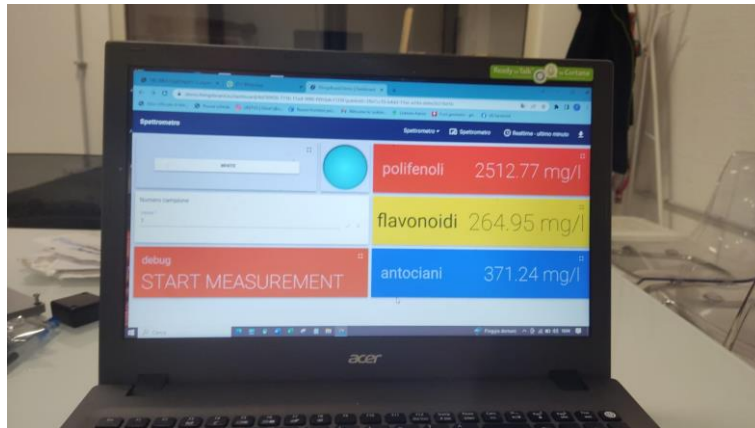


Figura 4 Software e Dashboard di acquisizione dati spettrali da parte del prototipo, con restituzione dei dati predetti in riferimento ai parametri analitici di natura fenolica.

Prof. **Andrea Bellincontro** (Ph.D. Agric. & Env. Sci.)
Associate Professor of Enology & Food Sci. & Technol.
DIBAF - via S.Camillo de Lellis, snc 01100
Viterbo, Italy