PROGETTO:

INNOVAZIONI TECNOLOGICHE PER UNA VITIVINICOLTURA DI TERRITORIO ALTAMENTE SOSTENIBILE

IN.VI.T.A.S.

PSR 2014-2020 Programma di Sviluppo Rurale Regione Toscana
Unione Europea
REPUBBLICA ITALIANA
Regione Toscana

Iniziativa finanziata dal Programma di Sviluppo Rurale per la Toscana 2014 – 2020

PROGETTO:

INNOVAZIONI TECNOLOGICHE PER UNA VITIVINICOLTURA DI TERRITORIO ALTAMENTE SOSTENIBILE

AUTORI:

CRPV:
Giovanni Nigro, Chiara Pezzi, Paola Tessarin, Gianluca Barchi, Valeria Altamura.

CIRAA PISA:
Marco Mazzoncini, Massimo Sbrana, Lorenzo Gardin.

GIV:
Marco Viciani, Alessandro Zanette, Christian Scrinzi
(Casa Vinicola Melini)

Fattoria Vecchia Rocca:
Gualberto Vecchietti Poltri, Elena Alessandra Ferrari.

ASTRA:
Marco Simoni, Lorena Castellari, Paolo Piscolla.

AGRONICA:
Fabrizio Paglierani.

UNIVERSITÀ DI UDINE:
Lara Tat, Alberto Vidotto, Franco Battistutta.

Si ringraziano per la squisita collaborazione
il dott. Oreste Del Re e la dott.ssa Federica Ghirardelli
dell'Azienda Spazio Verde di Padova.

IN.VI.T.A.S.

INDICE

Premessa pag. 4

AZIONE 1
Fattibilità e implementazione di un sistema informativo globale a supporto della vitivinicoltura sostenibile.

- Introduzione pag. 8
- Aspetti metodologici pag. 11
- Capitolo 1.1
  Le fasi preliminari pag. 11
- Capitolo 1.2
  Ricerca bibliografica relativa a sistemi di supporto decisionale specifici per la vite pag. 12
- Capitolo 1.3
  Progettazione e realizzazione del sistema informatico pag. 25

AZIONE 2
Zonazione e gestione sito specifica del vigneto.

- Introduzione pag. 46
- Aspetti metodologici pag. 49
- Capitolo 2.1
  Descrizione aziendale; pag. 58
  Valutazione degli aspetti climatici; pag. 60
  Valutazione degli aspetti pedologici; pag. 64
  Valutazione degli aspetti agronomici ed enologici. pag. 92
- Capitolo 2.2
  Relazioni tra livello di esposizione, clima, indice di winkler e dati agronomici; pag. 122
  Relazioni tra parametri agronomici e caratteristiche pedologiche; pag. 132
  Relazioni tra parametri enologici e caratteristiche pedologiche. pag. 147
- Capitolo 2.3
  Considerazioni finali; pag. 156
  Glossario dei termini pedologici; pag. 158
  Bibliografia. pag. 160

AZIONE 3
Enologia di precisione: sistemi innovativi per la scelta dei legni

- Introduzione pag. 162
- Aspetti metodologici pag. 164
- Attività pag. 164
  Valutazione della qualità del legno in relazione alla classe merceologica; pag. 164
  Valutazione della qualità del legno a diversi gradi di tostatura pag. 169
  Valutazione dell'interazione legno-vino pag. 174

CONCLUSIONI pag. 204

PREMESSA

L'implementazione della sostenibilità economica, ambientale e sociale è divenuta oramai un presupposto imprescindibile per la produzione vitivinicola italiana. Il concetto di sostenibilità, oggi vivacemente dibattuto e alquanto articolato, s'imbatte in un sistema vitivinicolo che negli ultimi trent'anni ha subito profonde trasformazioni ed un radicale rinnovamento nel proprio patrimonio e tecniche agronomiche.
In tale contesto, si è affermata la viticoltura di precisione, ovvero un approccio gestionale e produttivo sito-specifico alla variabilità presente nel vigneto, che consente di ottimizzare le pratiche agronomiche ed il potenziale enologico, per il potenziamento di una vitivinicoltura di qualità, sostenibile a livello economico e ambientale. Infatti, il monitoraggio meteorologico e micro-meteorologico, la mappatura dei vigneti basata sia su tecniche di remote sensing aereo e satellitare che di proximity sensing, unitamente allo sviluppo di macchine operatrici basate sulla cosiddetta Variable Rate Technology (VRT), consentono di effettuare una gestione differenziata di porzioni del vigneto, sulla base di input georiferiti. Tuttavia, l'efficienza del **sistema informativo** nel suo complesso viene mantenuta solamente se i sistemi di acquisizione dati, gli archivi delle informazioni e i programmi di gestione rimangono permanentemente in collegamento fra loro attraverso opportune reti di comunicazione.
Un'attenta e dettagliata conoscenza delle potenzialità e dei limiti di un vigneto, in un determinato areale, rappresenta uno strumento essenziale per poter attuare una gestione sostenibile, mirata alle sue effettive esigenze. In questo modo è, infatti, possibile contenere e cercare di eliminare sprechi ed effetti negativi a carico delle risorse naturali, derivanti da una mancata attenzione alle differenze tra vigneti adiacenti o all'interno dello stesso vigneto. Nell'ottica di ottimizzare, con tecniche agronomiche sostenibili, il rapporto tra vitigno ed ambiente e di valorizzare la diversità dei vini ottenibili in uno specifico comprensorio viticolo, **la zonazione** rappresenta, dunque, un prerequisito ed uno strumento territoriale dal forte potenziale intrinseco. Nello specifico, la valutazione delle potenzialità qualitative di un determinato sito è data dalla descrizione delle caratteristiche pedoclimatiche e dal grado di adattamento del vitigno all'ambiente, derivato dall'interazione tra varietà coltivate e quest'ultime. In questo modo la zonazione consente di individuare le zone più vocate nelle quali estendere i vigneti, cogliere le tipicità delle uve ed uniformare le tipologie enologiche, delimitare le sottozone da inserire nel disciplinare per l'uso del nome in etichetta, valorizzare i *terroir* con un programma di marketing, etc.

Per potere perseguire un sistema vitivinicolo altamente sostenibile non è più sufficiente monitorare attentamente le fasi agronomiche ed il processo enologico, ma si rende necessario intervenire anche con scelte mirate, che, oltre a garantire l'origine e la qualità dei materiali impiegati nella filiera, promuovano metodi produttivi in grado di ridurre gli sprechi. Un chiaro esempio è dato dalla selezione dei vasi vinari utilizzati per l'affinamento dei vini (in particole botti e barrique). Spesso, infatti, nonostante l'estrema cura nell'applicazione di pratiche viticole e enologiche, si ha una perdita in qualità attesa dovuta ad uno scarso controllo delle botti, largamente impiegate nel Chianti per la produzione di vini rossi di elevata qualità. Tra le varie categorie commerciali ve ne è, infatti, una di scarto, a causa della presenza di aldeidi, che conferiscono note di vegetale e segatura al vino. Il passaggio dei vini rossi in legno è una fase molto delicata ed importante per la realizzazione di prodotti di elevata qualità, in quanto permette la stabilizzazione del colore, dei colloidi e lo scambio di una serie di sostanze volatili e non tra legno e vino. In questo ambito, generalmente, si fa riferimento alla tradizione identificandola con l'utilizzo di botti selezionate in funzione della regione di origine del legno. Tuttavia, spesso, si tende a trascurare la variabilità esistente all'interno delle singole foreste, sebbene questa risulti evidente sia dalla letteratura che dalla non rispondenza delle "promesse" dei fornitori di botti alle attese delle cantine. A questo si aggiungono le variabili stagio-

natura, non sempre sotto il controllo dei bottai, e tostatura. Nel caso della tostatura, a parità di definizione, combinazioni tempo-temperatura risultano completamente diverse, e non sempre facilmente individuabili, se non per un colore superficiale delle botti. Inoltre, le modalità di tostatura sono le più disparate: fuoco diretto con bracieri, sistemi a gas, sistemi elettrici a infrarossi o combinazione di queste variabili. La possibilità di poter scegliere in modo oggettivo le caratteristiche della botte, grazie alla nuova **tecnica NIR-FTIR** che consente di individuare con precisione se la singola doga possa apportare note strutturanti (alto contenuto in tannini ellagici), dolci (alto contenuto in vanillina) speziate (alto contenuto in eugenolo) o equilibrate (posizione intermedia tra le caratteristiche precedenti), permette alla cantina di perseguire fino in fondo il proprio obiettivo enologico, evitare le perdite economiche dovute all'acquisto di botti con caratteristiche non idonee e contribuire così alla salvaguardia delle foreste.

In questo articolato contesto, si è sviluppato il Progetto "**In. Vi. T. A. S." - INNOVAZIONI TECNOLOGICHE PER UNA VITIVINICOLTURA DI TERRITORIO ALTAMENTE SOSTENIBILE**, finanziato nell'ambito del "***PSR Toscana, 2014 – 2020, sottomisura 16.2, Progetti Integrati di Filiera***", con l'obiettivo di costruire un percorso culturale, di approfondimento ed elaborazione, mediante l'introduzione di innovazioni tecnologiche volte al miglioramento continuo di qualità, sostenibilità economica ed ambientale ed efficienza delle produzioni vitivinicole nel Chianti. Il progetto, ha come capofila il **Gruppo Italiano Vini (GIV)**, che in Toscana rappresenta una delle più importanti e storiche realtà viticole. Lo sviluppo delle principali attività del progetto è avvenuto, infatti, in una delle aziende vitivinicole più rappresentative per storia, cultura e tradizione della Toscana cioè "Casa Vinicola Melini" ubicata in località Gaggiano (SI). Il lavoro, dettagliatamente descritto nei capitoli successivi, è stato reso possibile grazie al contributo scientifico del *Centro Ricerche Produzioni Vegetali* (**C.R.P.V**.), del *Centro di Ricerche Agroambientali "Enrico Avanzi"* (**CiRAA**) - Università di Pisa e dalla fattiva collaborazione dei tecnici (agronomi ed enologi) di **GIV** e dell'Azienda agricola "**Fattoria Vecchia Rocca**" ubicata nel comune di Barberino Val d'Elsa (FI).

In conclusione, l'auspicio è che le metodologie acquisite e i positivi risultati, presentati nelle pagine seguenti, possano trovare concreta applicazione nelle aziende vitivinicole di tutta la regione **Toscana**, quale presupposto fondamentale per la gestione di una vitivinicoltura più sostenibile e di alta qualità.

AZIONE 1

fattibilità e implementazione
di un sistema informativo globale
a supporto della
vitivinicoltura sostenibile

INTRODUZIONE

Le linee guida per l'Agricoltura di Precisione del Ministero delle Politiche Agricole ed Alimentari riportano: "la FAO stima che gli aumenti di prodotti e necessità alimentari aumentino del 60% rispetto alla media annuale analizzata dal 2005 al 2007, in relazione alla previsione di crescita della popolazione mondiale stabilita a circa 9 miliardi entro il 2050 (Nikos e Bruinsma 2012)".
A fronte di tale crescita, però, si stima che l'aumento di superficie coltivabile e produttiva non incrementi di pari passo. A ciò è necessario aggiungere l'interesse del consumatore verso un'alimentazione maggiormente variegata, sana e ad alto valore aggiunto, visto l'incremento della consapevolezza alimentare.
Tutto ciò porta a considerare che il soddisfacimento della domanda di alimenti sani e di una nutrizione ottimale diverrà una delle più importanti sfide del futuro.
È, inoltre, di fondamentale importanza considerare la necessità di praticare un'agricoltura più sostenibile, sia a livello economico (miglioramento della competitività e della produttività) che ambientale, tenendo conto della diminuzione delle risorse idriche disponibili e della continua diffusione di nuove specie che troppo spesso rendono inutilizzabile o antieconomica una determinata coltura.
A tali considerazioni, di carattere negativo, vanno aggiunte quelle relative al processo di informatizzazione che, negli ultimi tempi, sta diventando sempre più importante nella gestione e reportistica delle attività produttive in agricoltura.
Molta strada deve essere ancora intrapresa al fine di rendere i processi produttivi agricoli automatizzabili e massicciamente supportati da sistemi informatici. Questo perché le procedure e le variabili in agricoltura sono molto più ampie e diversificate, rispetto ad altri ambiti produttivi maggiormente standardizzabili, ma anche perché la dimensione media dell'azienda agricola è ancora pesantemente incompatibile con i costi che, soprattutto il piccolo agricoltore, deve affrontare.
Attualmente, nelle esperienze degli agricoltori e delle strutture associative che li rappresentano (cooperative, Organizzazioni di Produttori, ecc…), l'applicazione di un sistema di Precision farming prevede le medesime azioni di implementazione, indipendentemente dalla coltura, dalla dimensione aziendale e da altri parametri specifici. In particolare, è necessario, prima di tutto, svolgere un'azione di monitoraggio di dati di diversa natura (es. dati di produzione, di impatto ambientale, meteorologici, relativi al terreno, ecc). In seconda battuta è necessario effettuare un'analisi dei dati raccolti, per poi formulare verso l'agricoltore e/o il tecnico la proposta di decisioni da prendere per coltivare meglio, con maggior reddito e minor

impatto ambientale. Nei sistemi di Precision farming più evoluti si assiste ad un diretto passaggio dei dati di monitoraggio alle macchine che effettuano operazioni di irrigazione/trattamenti, utilizzando la minor quantità di risorsa naturale /di sintesi.
Di per sé, il concetto di Precision farming non è assolutamente una novità degli ultimi tempi. In effetti, già dagli anni '80, è stato teorizzato e messo in pratica con alterne fortune. È, però, solamente da qualche anno che è stato raggiunto quel particolare punto di equilibrio fra affidabilità delle tecnologie, costi delle periferiche, velocità e stabilità dei collegamenti internet per la fruizione in tempo reale dei dati/informazione, da rendere l'uso di un sistema di Precision farming più efficace, economico e sicuro. Pensiamo, ad esempio, alla possibilità di ricevere immagini gratuite dai due satelliti Sentinel 2 in orbita dal 2016/2017, grazie ai quali si possono ricevere, al netto delle perturbazioni meteorologiche, fino a 10/12 immagini al mese. Si pensi anche, ad esempio, al grado di miniaturizzazione di certe componenti elettroniche, che rendono più facilmente trasportabili i sensori ambientali. Consideriamo anche la sempre più spiccata tendenza alla gestione simultanea di grosse moli di dati, di differente natura. Il tutto è reso possibile da computer sempre più rapidi, in grado di supportare e gestire i cosiddetti big data. In tal modo è realtà la possibilità di teleguidare mezzi meccanici lungo l'appezzamento di coltivazione, senza il coinvolgimento diretto di operatori altamente specializzati, rendendo il lavoro più sicuro, meno stressante e apportando notevole beneficio in termini sociali e di sicurezza per gli operatori.

Come si può intuire da quanto suddetto, la precisione e l'affidabilità delle tecnologie permette, per qualsiasi tipologia di coltura, di definire in modo sito-specifico le reali esigenze della coltura, che possono mostrarsi notevolmente differenti nell'arco di pochi metri e di intervenire direttamente, in tempo reale, evitando il perdurare di una situazione negativa che, nel susseguirsi dei giorni, potrebbe peggiorare e tradursi in un aumento di fabbisogni e di costi. Si pensi, ad esempio, alla possibilità di poter ricevere un allarme relativo alla presenza di un'avversità ancora nelle prime fasi di sviluppo e poter procedere immediatamente atrattamenti localizzati con minori impieghi di agrofarmaci.
In sintesi i più evidenti vantaggi derivanti dall'applicazione di un sistema di Precision farming possono essere così raggruppati:

- una maggior velocità di avanzamento (+10-13%) in molte operazioni;
- maggior larghezza effettiva di lavoro (+5-10%);
- un maggior periodo utile per eseguire correttamente le varie operazioni (aumenta le ore di lavoro, si opera anche con caldo, pioggia, gelo, buio, nebbia e polvere);
- riduzione del numero di attrezzi e loro dimensione;
- un conseguente risparmio di tempo, di combustibile e di prodotti chimici;
- un minore affaticamento dell'operatore e, quindi, un minor pericolo di infortuni sul lavoro;
- la possibilità di impiego di operatori tecnicamente preparati ma con limitata esperienza, anche in operazioni complesse;
- possibilità di ripetere le stesse traiettorie nel tempo.

ASPETTI METODOLOGICI

CAPITOLO 1.1
LE FASI PRELIMINARI

Una prima fase del progetto ha previsto lo svolgimento di alcune giornate di sopralluoghi, effettuati presso l'Azienda Casa Vinicola Melini, al fine di rilevare i fabbisogni da soddisfare mediante la progettazione ed implementazione del prototipo di sistema informatico oggetto del progetto. Parallelamente, è stata effettuata un'indagine rispetto alle soluzioni di Precision farming già esistenti in commercio, al fine di rilevare informazioni e modalità di accesso. I Capitoli 1.2 e 1.3 descrivono, rispettivamente, le metodologie adottate ed i risultati conseguiti.

CAPITOLO 1.2
RICERCA BIBLIOGRAFICA RELATIVA A SISTEMI DI SUPPORTO DECISIONALE SPECIFICI PER LA VITE

L'analisi di fattibilità è consistita in una disamina di aggregatori di dati ed informazioni, e di sistemi DSS, attualmente presenti sul mercato. Ciò ha permesso di poter rilevare le caratteristiche principali, le funzionalità, i livelli di automazione, ed in particolare i modelli per la simulazione delle dinamiche di sviluppo delle principali avversità. In tutto sono stati presi in esame 5 sistemi, per i quali sono stati messi in evidenza i punti maggiormente innovativi e tecnologici, dai quali il gruppo di lavoro costituito da CRPV, CiRAA di Pisa, GIV e Fattoria Vecchia Rocca ha tratto spunti costruttivi ed elementi limitanti e su cui si è confrontato per la progettazione dei nuovo sistema informatico.
Inoltre sono stati anche censiti i servizi messi a disposizione via internet dalla Regione Toscana che, rivestendo una posizione di ufficialità e riconoscimento, presentano diversi modelli, schemi e database, prontamente consultabili e utilizzabili a supporto del DSS originato dal progetto.

ANALISI DEI SISTEMI DSS IN COMMERCIO

Vite.net (Horta)

Questo sistema è di supporto alle decisioni specifiche per la coltivazione della vite secondo i principi della viticoltura sostenibile, compresa la produzione integrata. I supporti e gli allarmi forniti da vite.net sono riferiti ad un'unità produttiva (UP) vale a dire uno o più vigneti con caratteristiche varietali, sesto e densità d'impianto e condizioni di terreno che vengono gestiti in maniera uniforme nel corso della stagione.
Il sistema permette di visualizzare per ciascuna UP:

- Le condizioni meteorologiche e le previsioni a 7 giorni;
- I periodi di rischio infettivo per le infezioni primarie e secondarie di Peronospora e Oidio;
- La gravità relativa dei periodi di rischio infettivo;
- L'attuale livello di protezione della vegetazione garantito da eventuali trattamenti fungicidi eseguiti in precedenza (in base alle condizioni ambientali e allo sviluppo

della pianta);
- La dose ottimale di prodotto fitosanitario da distribuire.

Le visualizzazioni sono accessibili a due livelli:
- un livello di sintesi, con semplici indicatori di immediata comprensione;
- un livello di dettaglio, a cui si può accedere per avere informazioni più precise.

Vite.net si avvale di una rete Horta S.r.l di stazioni agrometeorologiche che registrano e inviano in tempo reale i dati via GPRS al centro di elaborazione dati.
All'interno del DSS sono presenti diversi modelli e funzionalità: Modelli di simulazione della dinamica delle infezioni primarie e secondarie di *Plasmopara viticola*, Modelli di simulazione della dinamica delle infezioni primarie di *Uncinula necator* e secondarie *di Oidium tuckeri*, Modello di sviluppo fenologico, Database dei prodotti fitosanitari e modello di applicabilità, Modello di copertura, Registro trattamenti, Bilancio idrico, Modelli insetti.
Vite.net permette all'utente di praticare una gestione sostenibile del vigneto con molteplici risvolti positivi:
- Attuazione della produzione integrata, con un migliore uso delle risorse disponibili, un riduzione dell'uso dei prodotti fitosanitari (stimabile in -30/-40%) e del conseguente impatto ambientale;
- Riduzione dei tempi e dei costi necessari per raccogliere le informazioni e gli elementi necessari per prendere decisioni circa la gestione del vigneto;
- Miglioramento del prodotto finale grazie a una più puntuale gestione della chioma e a un minore impiego di prodotti chimici (e dei relativi residui);

In considerazione della Direttiva 2009/128/CE sull'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari, Vite.net offre al viticoltore la possibilità concreta di implementare la difesa integrata e di fornire giustificazione delle proprie decisioni relative alla difesa, qualora fosse soggetto a controlli di verifica e conformità. Nella Direttiva le attività di monitoraggio e i sistemi di allerta basati sui modelli epidemiologici, quali quelli operanti in Vite.net, sono infatti indicati tra le soluzioni tecniche per l'implementazione della difesa integrata e la riduzione della dipendenza dai prodotti fitosanitari.
Recentemente inoltre il DSS Vite.net si è arricchito di un contributo fornito dalla Division crop protection di Basf Italia per l'elaborazione dei modelli previsionali al fine di valutare i rischio di infezioni fungine e attacchi di insetti dannosi.
Attualmente Vite.net non fornisce indicazioni circa la fertilizzazione (attraverso un bilancio dei reali fabbisogni del vigneto), il diserbo (con l'implementazione di un catalogo da cui selezionare le malerbe presenti nel vigneto e di un sistema che permetta di modulare la difesa in funzione della popolazione presente), la distribuzione dei

prodotti fitosanitari (con un sistema che permetta di calcolare la dose del prodotto fitosanitario da distribuire e le caratteristiche operative del mezzo di distribuzione), la durata dell'efficacia (preventiva e curativa) dei prodotti fitosanitari distribuiti, la stampa del quaderno di campagna ed il calcolo della sostenibilità del processo produttivo del vigneto (attraverso specifici indicatori di sostenibilità).
Il team costitutore di Vite.net ha previsto un'integrazione di questi aspetti per rendere il software assolutamente completo e adatto alle esigenze del manager del vigneto.

Vintage DSS (Precision Wine)

L'obiettivo principale del progetto Vintage è quello di migliorare la produzione di vino all'interno del vigneto, attenuare le problematiche relative alla variabilità stagionale, massimizzare il potenziale enologico dei vigneti e di supportare i viticoltori con un continuo aggiornamento mediante web e interfaccia mobili e una soluzione avanzata per il supporto decisionale (DSS).
In questo contesto, la modellazione matematica prende in esame la radiazione solare, la temperatura, le precipitazioni per quanto concerne i dati meteorologici, le caratteristiche del suolo (tipo di terreno e umidità), la valutazione della qualità dell'uva e il rischio di infezioni da parte dei patogeni. I dati e i modelli generati sono utilizzati da un sistema ad intelligenza artificiale per fornire una consulenza specifica agli utenti mediante sistemi web fissi ma anche mediante interfaccia mobili.
Il software finale (HMI – Human Machine Interface) indica, per ogni area pilota, la rappresentazione geografica dei vigneti, la posizione e i dati dal WMS, previsioni meteo locali per il giorno in questione i 2 giorni successivi nonché ulteriori informazioni provenienti da modelli e DSS.
Vintage utilizza un sistema Digital Elevation Model (DEM) ad alta risoluzione quindi vengono definite mappe molto dettagliate. In generale si costituisce dei seguenti modelli: *Modello suolo-acqua* (Criteria 3D), *Modello fenologia*, *Modello di crescita*, *Modello per la valutazione della concentrazione zuccherina nella bacca*, *Modello sui patogeni* (Peronospora e Oidio). Tale valutazione risulta fondamentale per poter ridurre e pianificare adeguatamente i trattamenti fitosanitari. Anche questo modello ha previsto l'utilizzo di mappe ad alta risoluzione.
I dati sono presentati in formato visivo, più diretto ed efficace rispetto a quello numerico. In questo modo, si garantisce una comprensione immediata anche per gli utilizzatori non esperti. I dati vengono dunque inseriti in un supporto grafico geo-localizzato che permette di operare in maniera mirata. Considerando i dati forniti dal sistema e quelli integrati dagli utenti si possono ottenere 3 tipi di informazioni: Pratiche consigliate/suggerite, Motivazioni alla

base delle pratiche consigliate/suggerite (dati, osservazioni, ecc.), Conoscenze scientifiche alla base delle motivazioni.
Il Decision Support System (DSS) fornisce quindi tutte le informazioni all'utente (previsioni del tempo, stato vegetativo, rischi di infezione, ecc.) ma anche un'elaborazione semplice ma efficace. D'altronde se il sistema fornisse solamente dati grezzi, l'utilizzatore dovrebbe impiegare molto tempo per arrivare ad una decisione finale. Il software fornisce la possibilità di disporre di un flusso continuo di dati, ad alta precisione e in tempo reale. Inoltre il sistema si presenta di facile utilizzo e quindi usufruibile da un'ampia gamma di utenti. Questo sistema permette di valutare qualsiasi attività inerente al vigneto, dalla difesa alle azioni di natura agronomica supportando il viticoltore in ogni step. Vintage è stato progettato prendendo in esame diversi areali vitivinicoli in Francia, Italia, Spagna e Portogallo.

PICA (Cavit)

È una piattaforma integrata cartografica agri-vitivinicola che integra automaticamente i dati provenienti dai software di gestione delle diverse cantine, consentendo ai tecnici la gestione cartografica avanzata dei dati vitivinicoli (anagrafe soci, catasto soci, conferimenti) e la consultazione dei modelli previsionali.
Fornisce dati climatici (radiazione termica, ore luce giorno, temperature, pioggia), dati dettagliati circa il suolo (origine geologica, sostanza organica, acqua nel terreno, tessitura e fertilità) nonché assistenza circa la programmazione della difesa. In più assicura l'aggiornamento circa le informazioni tecniche, convegni ed eventi di settore nonché contatti e recapiti dei tecnici.
Si tratta di uno strumento personalizzato, realizzato su uno specifico territorio su cui è stata eseguita una mappatura puntuale e in linea con le esigenze/necessità dell'azienda che l'ha realizzato. Fornisce un supporto completo, ma la realizzazione sulla base dei dati territoriali gli impedisce di essere esteso ad altre zone vitivinicole.

VinSense

È un software americano che supporta le decisioni a livello agronomico (gestione del suolo e della chioma, potatura, irrigazione, ecc.) sulla base di dati di natura climatica e informazioni relative al profilo e alle condizioni del suolo (umidità e temperatura). Questo sistema elabora dunque flussi di dati consistenti e fornisce indicazione per un approccio agronomico adeguato.
Si tratta di un sistema più efficace rispetto ai software convenzionali. In particolare combina:

- Analisi del suolo in tempo reale e ad alta risoluzione;

- Mappe di disponibilità dei nutrienti e dell'acqua per la pianta;
- Modelli previsionali circa il terroir, il microclima e la qualità del vino.

Tutte le informazioni sono gestite in tempo reale. VinSense utilizza analitiche di visualizzazione innovative per elaborare grandi flussi di dati e convertirli in azioni pratiche che sono state sviluppate in maniera collaborativa con i produttori di vino e i vignaioli.

Nello specifico VinSense consiste in due software integrati:

- Il primo software genera una mappa del suolo di precisione permessa da una strategia di distribuzione ottimale dei sensori (minimizzando il numero e i costi dei sensori) per raccogliere informazioni ad alta risoluzione circa l'umidità del suolo nell'intero vigneto.

- Il secondo software elabora le informazioni raccolte dai sensori e la mappa di precisione del suolo e crea degli strumenti analitici visivi per trasformare l'enorme quantità di dati derivanti dai sensori ambientali in decisioni di gestione del vigneto.

Mediante questo sistema di supporto alle decisioni è possibile acquisire una serie di informazioni/servizi che permettono di definire:

- Interazioni suolo-pianta;
- Sostenibilità del vigneto sul lungo periodo;
- Strategia di gestione delle acque;
- Pratiche di gestione della vite.

Questa serie di informazioni permette quindi di migliorare:

- Le tempistiche e le quantità di acqua utilizzate per l'irrigazione;
- La gestione della vite a livello nutrizionale;
- La gestione delle essenze utilizzate per l'inerbimento;
- Potatura;
- Metodi e tempistiche di raccolta dell'uva

PreDiVine

Si tratta di sistema di supporto alle decisioni basato su una rete di sensori wireless

e algoritmi di previsione, capace di monitorare le condizioni del micro-clima del vigneto per poter prevedere l'eventuale insorgenza di fitopatologie (Flavescenza dorata, Peronospora e Oidio).

SERVIZI REGIONE TOSCANA

Servizio Fitosanitario Regionale della Toscana: monitoraggio ambientale delle colture agrarie

Il servizio è raggiungibile tramite il portale:
http://agroambiente.info.arsia.toscana.it/arsia/arsia
Tale servizio "AgroAmbiente.info" permette agli agricoltori di conoscere diverse categorie di informazioni relative alle aree rurali di interesse.

Modalità di accesso:
- Consultazione libera per informazioni di carattere generale.
- Servizi sms per informazioni sulle principali avversità della vite e dell'olivo, e servizio email per ottenere il report provinciale sulla difesa delle colture: compilazione di form su internet.

Costi:
Gratuito

- Servizi disponibili:

a) Modelli per i Dati Agrometeorologici

- Dati meteo
- Gradi giorno
- Indici Termici Vite
- Tignoletta della Vite
- Peronospora della Vite
- Fenologia Mosca
- Mortalità B.Oleae da caldo
- Diabrotica del mais
- Piralide del mais
- Fusariosi del frumento

b) Monitoraggio delle colture **(Figura 1.1)**: è presente un menu a tendina che permette di selezionare i dati relativi al monitoraggio delle colture in base alla provincia, alla coltura ed alla tipologia di infestante:

c) Bollettini **(Figura 1.2)**: in base a quanto selezionato, il sistema fornisce il bollettino informativo specifico, contenente una serie di informazioni puntuali, che l'azienda agricola può poi rifinire in base a quanto rilevato tramite il sistema DSS adottato.

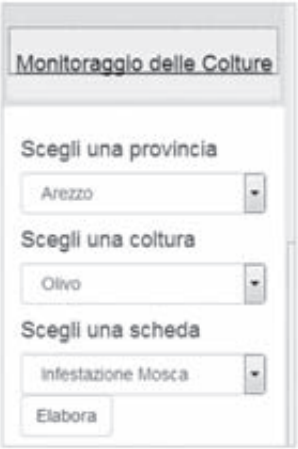


Figura 1.1: Menù a tendina per monitoraggio delle colture a livello provinciale. Servizio Fitosanitario Regione Toscana.

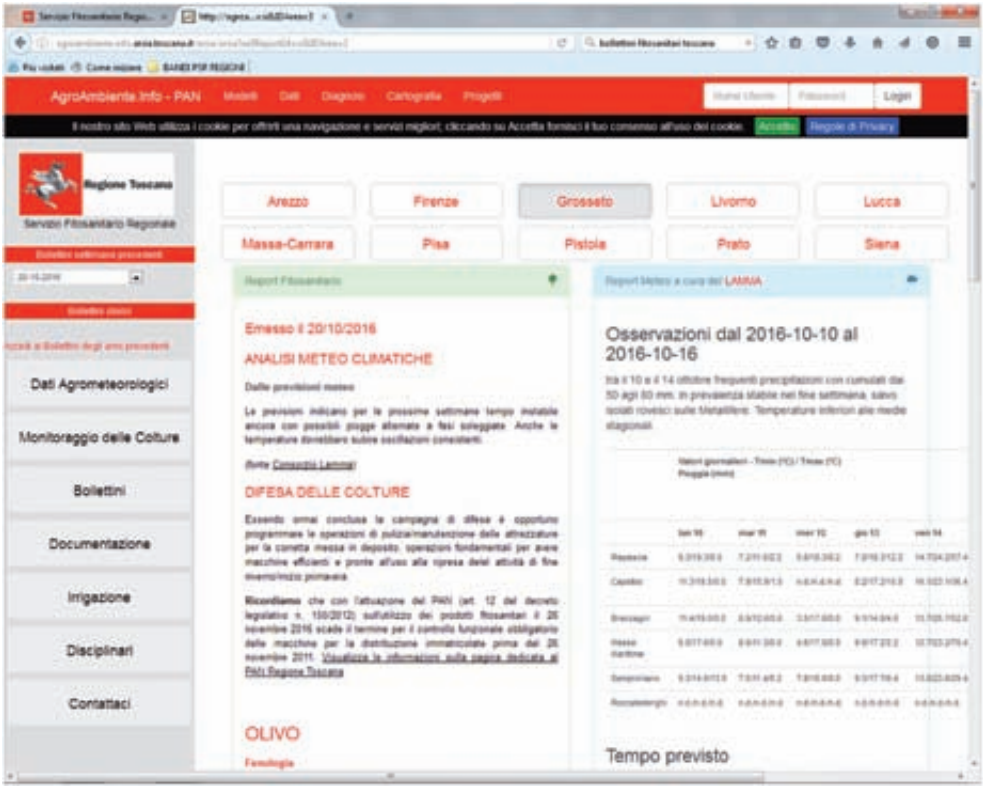


Figura 1.2: Esempio di Bollettino. Servizio Fitosanitario Regione Toscana.

d) Bilancio irriguo **(Figura 1.3)**:
È possibile accedere al DSS Irrigazione di AgroAmbiente.Info, grazie al quale è possibile effettuare delle simulazioni di bilancio idrico per varie colture. E' quindi possibile lanciare un bilancio personalizzato, permettendo di sia di effettuare una libera simulazione, sia di memorizzare nel sistema le proprie preferenze per avere un servizio di bilancio personalizzato.

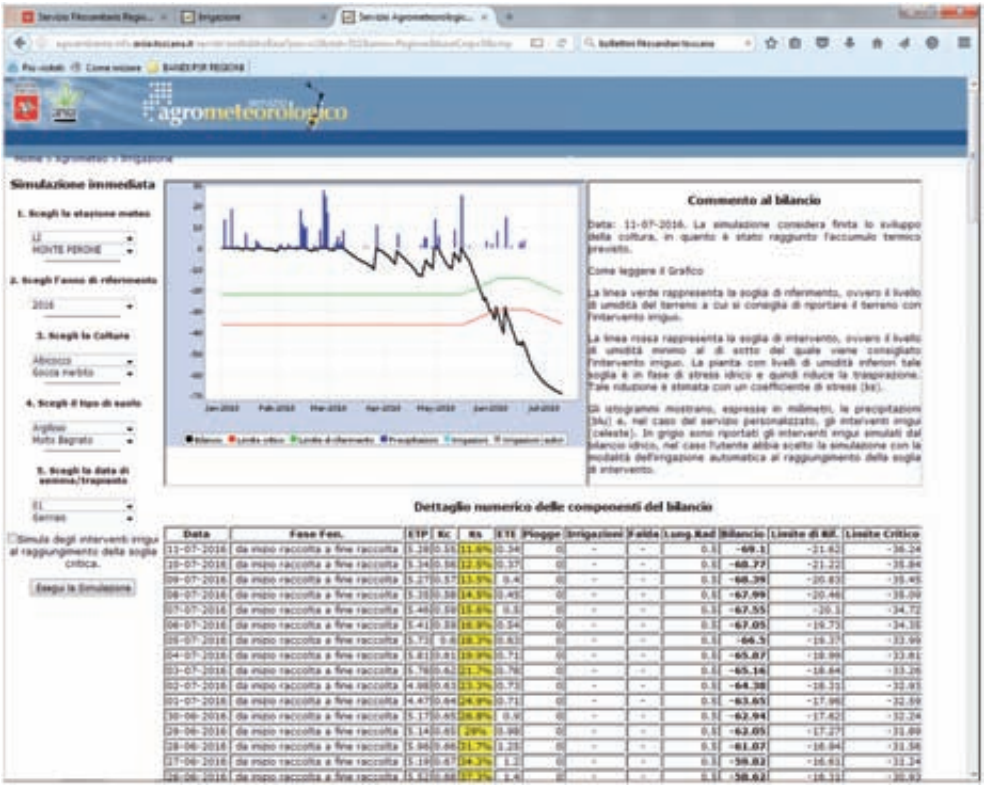


Figura 1.3: Esempio di Bilancio irriguo. Servizio Fitosanitario Regione Toscana.

<u>*Modalità di accesso*</u>:
- Consultazione libera per informazioni di carattere generale.
- Mediante iscrizione si può accedere al servizio di bilancio personalizzato.

<u>*Costi*</u>:
Gratuito

e) Cartografia (**Figura 1.4**)

Tramite il portale http://agroambiente.info.arsia.toscana.it/arsia/arsia?ae5Carto=si, è possibile ottenere le informazioni sulle norme dei decreti regionali di lotta obbligatoria attivi per una specifica località. E' possibile selezionare l'area di interesse digitando l'indirizzo specifico o cliccando sulla mappa per ottenere il risultato. Viene fornita una indicazione preliminare degli obblighi fitosanitari per una località, da integrare con la presa in visione della normativa nazionale e regionale.

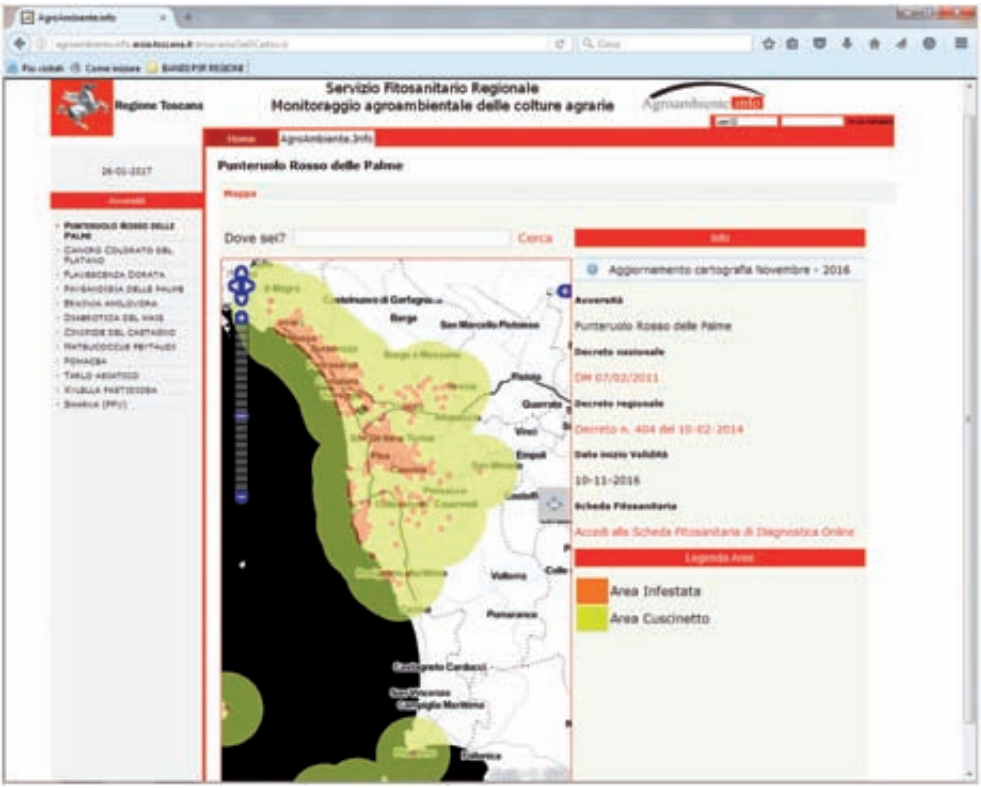


Figura 1.4: Esempio di Cartografia per il monitoraggio agro-ambientale delle colture agrarie. Servizio Fitosanitario Regione Toscana.

f) Diagnosi (**Figura 1.5**)

Tramite il sito http://agroambiente.info.arsia.toscana.it/arsia/arsia?ae5Diagnosi=si, si raggiunge un tool che, mediante un breve questionario, permette di identificare il tipo di problema che interessa una coltura, in modo da poter intervenire in maniera tempestiva.

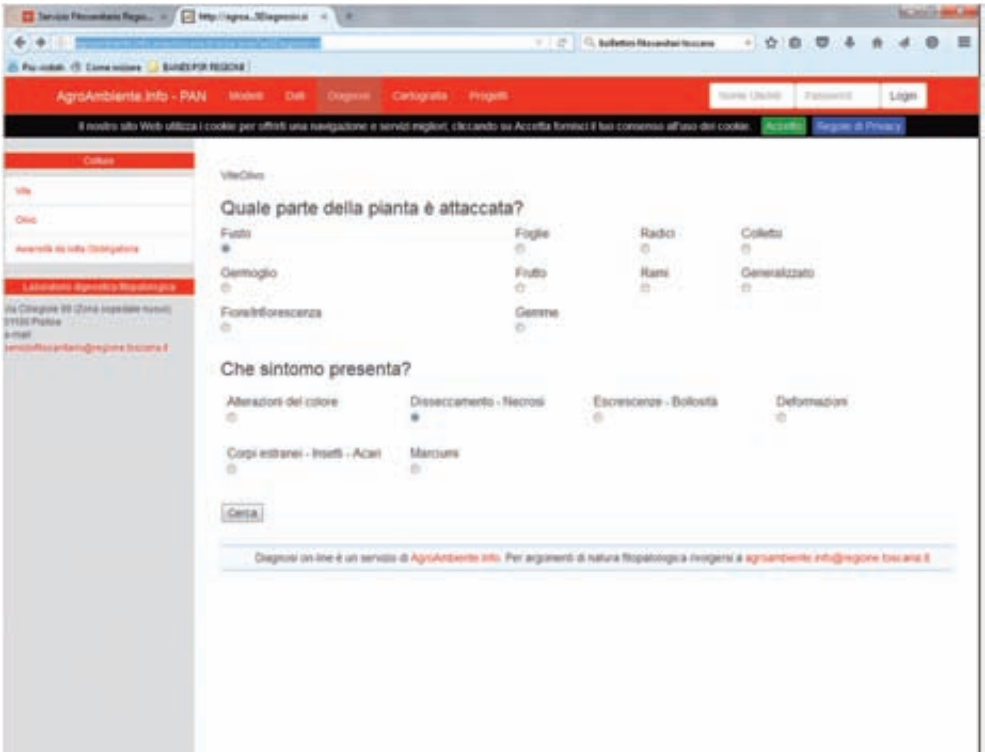


Figura 1.5: Modulo per la diagnosi on-line per il monitoragio agro-ambientale delle colture agrarie. Servizio Fitosanitario Regione Toscana.

g) Monitoraggio della fenologia della vite in Toscana

È attivo un sistema di monitoraggio della fenologia della vite in Toscana. È frutto di un progetto realizzato dall'ARSIA con il supporto tecnico-scientifico della Scuola Superiore Sant'Anna, attivo sulla cultivar Sangiovese.

Il portale è raggiungibile dal sito http://agroambiente.info.arsia.toscana.it/arsia/arsia?ae5Matura=si&tipo=vite_feno&&week=46&tipoElab=prov&anno=2016

Modalità di accesso: da determinare.

h) Servizio META: Monitoraggio Estensivo dei boschi della Toscana a fini fitosanitari (utile anche per coltivazioni in prossimità di boschi).

Il servizio, raggiungibile tramite l'indirizzo http://meta.arsia.toscana.it/meta/index.php è uno strumento per la tutela e la gestione delle risorse forestali della Toscana. Il servizio svolge principalmente attività di monitoraggio, previsione, formazione e divulgazione sullo stato fitosanitario delle specie arboree, economicamente o ecologicamente più significative del nostro territorio.

Modalità di accesso: da determinare.

i) Carta dei suoli regione Toscana (**Figura 1.6**)

Tramite il portale http://159.213.57.101/pmapper/map.phtml, è possibile selezionare una porzione del territorio per visualizzare le caratteristiche dei suoli.
Modalità di accesso: gratuito.

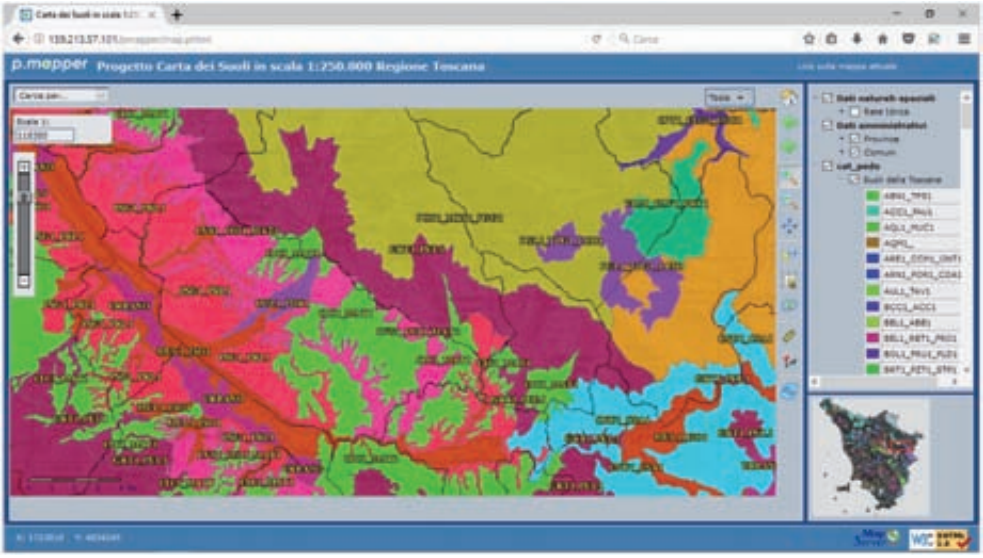


Figura 1.6: Carta dei suoli. Servizio Fitosanitario Regione Toscana.

j) Immagini satellitari (Sentinel 2)
I satelliti Sentinel dell'ESA (European Space Agency) costituiscono la componente spaziale del programma Copernicus di osservazione della Terra per il monitoraggio Ambientale. In tale contesto i satelliti Sentinel-2 acquisiscono immagini multispettrali della superficie terrestre nelle lunghezze d'onda del visibile e dell'infrarosso riflesso. Il primo satellite, Sentinel-2A, è stato lanciato il 23 giugno 2015; il lancio del secondo, Sentinel-2B, è avvenuto a metà del 2016

Modalità di accesso: I dati Sentinel-2 possono essere scaricati gratuitamente, previa registrazione, dall'apposito portale dell'ESA: Sentinel Scientific Data Hub (https://scihub.copernicus.eu/).
Cliccare su "Scientific Hub" per aprire la pagina di ricerca geografica. La ricerca è abbastanza intuitiva. Basta inquadrare la propria area di interesse, delimitarla con un rettangolo e cliccare sulla lente per avviare la ricerca. Per limitare i risultati ai dati multispettrali forniti dai satelliti Sentinel-2 si può inserire un termi-

ne di ricerca come "MSI" (MultiSpectral Instrument).
A proposito, il CRAST Centro di Ricerca Analisi geoSpaziale e Telerilevamento dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza, sta elaborando nel contesto di un progetto apposito, uno strumento di correzione ed elaborazione delle immagini provenienti da Sentinel-2, allo scopo di poter automatizzarne e velocizzarne sia l'analisi, sia la fornitura in tempo pressoché reale agli utenti che ne fanno richiesta.

k) Sistemi di droni sperimentati su vite.
Si riporta un elenco di imprese toscane che hanno progettato e sperimentato l'utilizzo di droni in agricoltura, in particolare su vite.

a. http://www.helivr.com/regione/toscana.html
HeliVR® è una delle prime aziende italiane di riprese aeree ad aver fatto conseguire ai propri piloti la certificazione di volo SAPR in rispetto delle normative ENAC per l'utilizzo dei nostri droni a scopo professionale. ENAC Rif. 5486. Dispone di camere professionali come Panasonic GH4, Blackmagic Production Camera 4K, Sony A7S e Red Raven 4.5K, dal FullHD al 4K, fino ad 8K.
HeliVR® è un team di professionisti che tramite i propri droni (elicotteri radiocomandati) esegue video riprese aeree professionali, foto aeree e virtual tour aerei.
I droni per riprese aeree di ultima generazione (sia il classico elicottero che il multirotore) garantiscono riprese estremamente stabili e nitide da prospettive non eseguibili con i classici elicotteri.
È specializzato nella realizzazione di riprese aeree per aziende agricole, che ha effettuato videoriprese con droni in alcune delle principali aziende agricole in Toscana come Castiglion del Bosco a Montalcino, Dievole e Capannelle nel Chianti.
I progetti di riprese aeree per aziende agricole si possono svolgere anche durante tutte le fasi della vita della vigna e della cantina per esaltare la trasformazione del territorio da dove vengono estratte le uve sapientemente curate dalle aziende agricole.

Vantaggi: l'azienda possiede una vasta gamma di attrezzature per riprese video e/o fotografiche tali da poter calibrare i costi in base alle effettive necessità di definizione
Svantaggi: non specializzati in riprese per fini agronomici
Modalità di accesso: da definire.

b. Un'equipe di ricerca dell'Università della Tuscia, guidata dal prof. Fabio Mencarelli, sta lavorando da ormai dieci anni per riuscire a ridurre l'ozono in cantina, onde eliminare l'uso dei solfiti nel Morellino di Scansano.

A questo scopo, **il nuovo step appena varato è anche il più tecnologico**: la messa in opera di un **drone-sentinella** progettato ad hoc per monitorare le vigne e inviarne costanti report, al fine di minimizzare l'impiego di pesticidi e insetticidi.
Più in generale, la diagnosi preventiva è resa possibile dai pattugliamenti puntuali del **Phenodrome,** un drone in grado di rilevare eventuali malattie del vigneto tramite una mappatura dall'alto; le rilevazioni di quest'ultimo verranno coordinate con quelle di micro sensori distribuiti capillarmente nei vigneti, che potranno rilevare per tempo malattie dei vitigni, stress della vite, tempi di maturazione dell'uva e molto altro.
Questa soluzione tecnologica è già impiegata presso alcune aziende agricole francesi, dov'è di grande ausilio per "purificare" la produzione di vini rossi, bianchi e passiti. L'avveniristica iniziativa vedrà l'adesione di molti produttori locali, a partire dagli svariati ettari della Fattoria Mantellassi, grande nome del **Consorzio del Morellino di Scansano.**

Vantaggi: altamente specializzato nell'ambito dell'agricoltura di precisione in ambito viticolo. Operativo sul territorio toscano
Svantaggi: da definire

c. Flyrobotics: http://www.flyrobotic.it/
FLYROBOTIC è specializzata in foto e video riprese aeree con droni civili per la monitorizzazione e controllo del territorio e del patrimonio architettonico in Toscana e su tutto il territorio Italiano.
Le riprese aeree con droni di FLYROBOTIC sono la soluzione ideale per Enti Pubblici, Protezione Civile, Aziende Agricole e Strutture Turistiche che hanno necessità di verificare, controllare e prevenire eventi su aree territoriali o di promozione turistica e pubblicitaria con foto e filmati aerei.
FLYROBOTIC è in grado di sostenere nella formazione e alla certificazione ENAC del Drone per operazioni non critiche.

Vantaggi: operativo sul territorio toscano
Svantaggi: non risulta chiaro dal sito il grado di specializzazione nel settore agricolo, solo citato.

Nonostante la ricerca bibliografica fosse in programma solo nei primi mesi di attività del progetto, si provvede comunque ad effettuare aggiornamenti, in modo tale da rilevare eventuali novità presenti sul mercato.

CAPITOLO 1.3
PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DEL SISTEMA INFORMATICO

Il Progetto ha previsto l'implementazione di un sistema informatizzato, finalizzato ad organizzare i dati provenienti da più fonti informative e a supportare le azioni di monitoraggio, caratterizzazione e applicazione tecnica, in diverse aree tematiche.
Dalla raccolta delle esigenze espresse dalla direzione tecnica di GIV e dalle esperienze degli altri partner di progetto, si è proceduto alla progettazione e prototipazione del sistema informatizzato, realizzato dall'Azienda Agronica Group di Cesena.
Nel dettaglio, il sistema utilizza come base il quaderno di campagna, che permette all'agricoltore e al tecnico di effettuare le registrazioni degli interventi svolti durante il ciclo colturale, quali l'applicazione dei trattamenti fitosanitari, l'irrigazione, la fertilizzazione, ecc., prendendo come database di riferimento, ad esempio, quello degli agrofarmaci.

Il sistema si articola in diversi moduli, tra loro collegati, che riguardano la gestione di:
- Dati agro-ambientali;
- Parametri vegeto-produttivi della vite, tecnologici e qualitativi della bacca;
- Parametri enologici;
- Parametri relativi alle analisi del terreno.

In **Figura 1.7** viene riportato il" Menù Principale" del sistema informatico in cui sono visualizzati:
- Anagrafica e Catasto Aziendale: permette di definire in ogni campo gli appezzamenti, in questo caso vigneti, su cui saranno poi effettuate le attività di coltivazione, monitoraggio, registrazione dei dati funzionali al quaderno di campagna, ecc. ;
- Agenda Operazioni: è la sezione in cui l'azienda può registrare dati ed informazioni funzionali al Quaderno di Campagna;
- Cartella documenti aziendali: contiene tutti i documenti a carattere legale ed interno, relativi all'azienda ed alla produzione;
- Gestione Magazzini: è funzionale al carico e allo scarico dei fattori di produzione, in determinati locali di stoccaggio;
- Gestione Prodotti, Risorse e Attrezzature: strettamente connesso alla Gestione magazzini, permette di tenere monitorata la situazione fornitura e utilizzo di prodotti, risorse e attrezzature di produzione;

- Gestione Clienti, Fornitori e Manodopera: è un modulo funzionale alla gestione delle categorie definite. In particolare è possibile tenere monitorati i costi e le entrate a loro legate;
- Cartografia aziendale: rappresenta il modulo che permette di rappresentare da un punto di vista grafico i confini aziendali, gli appezzamenti (vigneti), attribuire caratteristiche (denominazioni, colture / varietà, elementi vettoriali, ecc., ed, in particolare, di agganciare gli elementi fotografici derivanti dalle mappe satellitari;
- Analisi Costi di Produzione: permette di gestire dati ed informazioni legate ai costi produttivi relativi sia ai materiali e fattori di produzione acquistati, che ai costi relativi alla manodopera predefinita nella sezione Gestione Clienti, Fornitori e Manodopera;
- Supporto decisioni: rappresenta il modulo che, integrando fra loro gli elementi elaborati dai moduli precedenti, permette di formulare al cliente i consigli di coltivazione e produzione;
- Gestione Utenti: permette di gestire le profilazioni degli operatori autorizzati, ed i relativi permessi di lettura / modifica / scrittura.

Figura 1.7: Menù principale di accesso al sistema.

La **Figura 1.8** riporta la schermata elaborata dal sistema informatico per la cosiddetta sezione "Operazioni preferite". Il menù offre la possibilità di potere gestire le operazioni colturali attraverso apposite sotto-sezioni.
Nella sezione, "Operazioni preferite" vengono registrati dati utili per la gestione agronomica del vigneto. Un esempio riguarda l'installazione e la gestione delle trappole per la cattura e la determinazione anticipata delle avversità che, nelle ore successive, potrebbero attaccare la coltura. È possibile, inoltre, monitorare l'eventuale sviluppo e crescita delle erbe infestanti. Il sistema consente, anche di registrare le principali fasi fenologiche (dettaglio in **Figura 1.9**) e di produzione della vite.
La sezione "Indici di maturità" fa riferimento ad un elenco di rilievi necessari per individuare indici di diversa natura.

La sezione dei "Rilievi alla raccolta" consente di raccogliere i primi parametri che possono fornire un indirizzo sulla qualità stimata della produzione dell'annata in corso. In particolare, in questo punto si aggancia l'input dei parametri monitorati dalla rete di sensori implementata da Winet.

Figura 1.8: Sezione "Operazioni preferite".

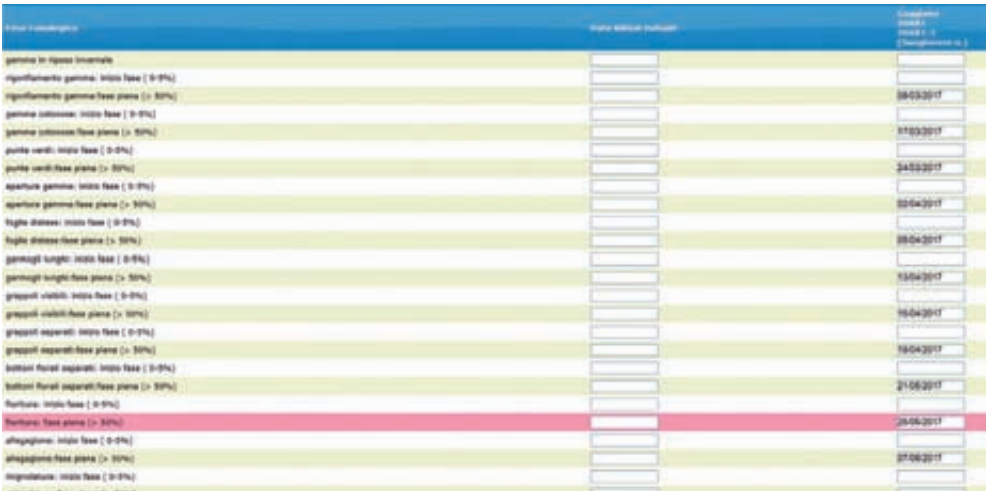


Figura 1.9: Dettaglio del modulo di rilievo delle fasi fenologiche della vite.

Modulo di gestione dei dati agro-ambientali

Grazie al progetto, è stato interfacciato un modulo software che permette di importare i dati ambientali rilevati da una serie di sensori collocati in uno specifico appezzamento. I dati così rilevati e importati su GIAS sono i seguenti:

- Data di rilievo;
- Identificativo del nodo a cui si riferiscono i sensori;
- Bagnatura fogliare;
- Direzione raffica vento;
- Direzione vento;
- Intensità pioggia;
- PAR: Radiazione fotosintetica attiva, che misura la disponibilità di luce;
- Pluviometro;
- Pluviometro cumulativo;
- Temperatura dell'aria;
- Umidità dell'aria;
- Umidità del terreno;
- Velocità raffiche vento;
- Velocità vento;
- Stato carica batteria;
- Intensità segnale centralina invio dati.

In **Figura 1.10** è riportato l'andamento nel tempo di alcuni parametri rilevati in campo.

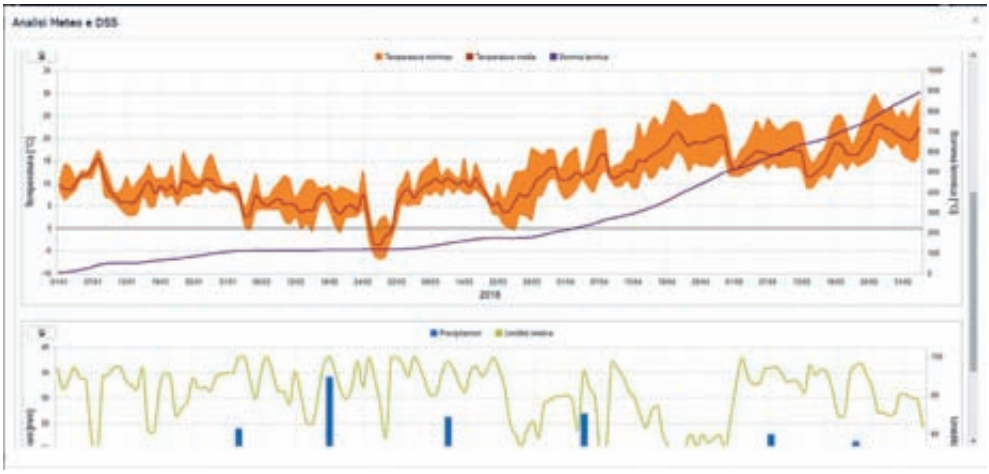


Figura 1.10: Esempio di tracciato della temperatura rilevata dai sensori collocati in campo..

Uno dei più importanti plus del sistema è la capacità di interfacciarsi con i tools progettati ed implementati da Winet, che consente la raccolta di dati derivanti da singoli sensori collocati nei vigneti. Il tracciato mostrato è solamente uno dei tanti visualizzabili all'interno del sistema informatico, che possono essere facilmente selezionati a partire dalle opzioni disponibili, cliccando sull' apposito cursore (**Figura 1.11**).

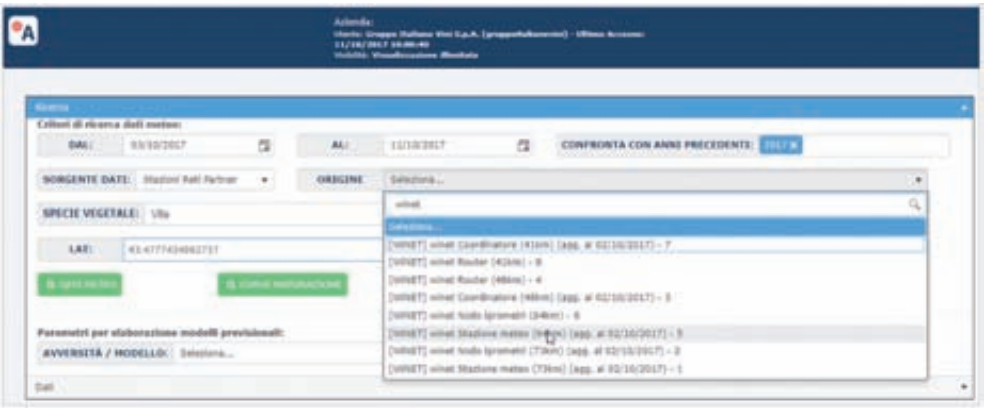


Figura 1.11: Esempio di selezione per l'ottenimento di un tracciato derivante da specifici sensori in campo (stazioni meteo).

In **Figura 1.12** è possibile visualizzare una schermata del sistema informatico che riporta i principali parametri meteo-climatici:

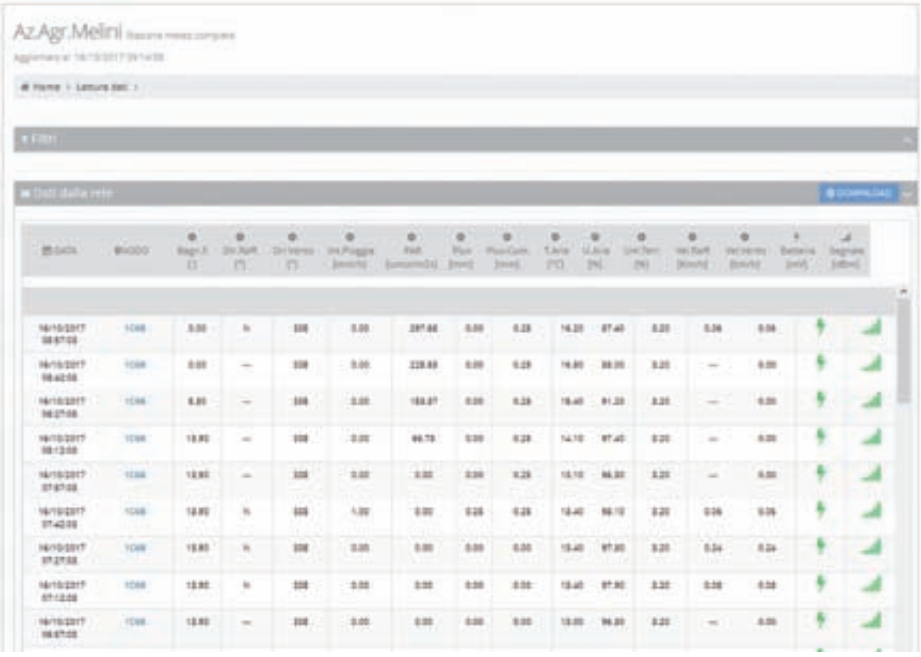


Figura 1.12: Riepilogo parametri meteo-climatici.

I dati, in forma tabellare, possono anche essere consultati come grafici, qualora fosse necessario rilevare gli andamenti nel tempo (**Figura 1.13**):

Figura 1.13: Esempi di andamento nel tempo, in forma grafica, di valori rilevati da sensori in campo: Umidità del terreno (%) Temperatura dell'aria (°C).

Il sistema informatico permette di visualizzare una schermata relativa alle previsioni meteo dedicate all'area specifica in cui il sensore è collocato, rappresentato nell'immagine dall'alto (**Figura 1.14**).

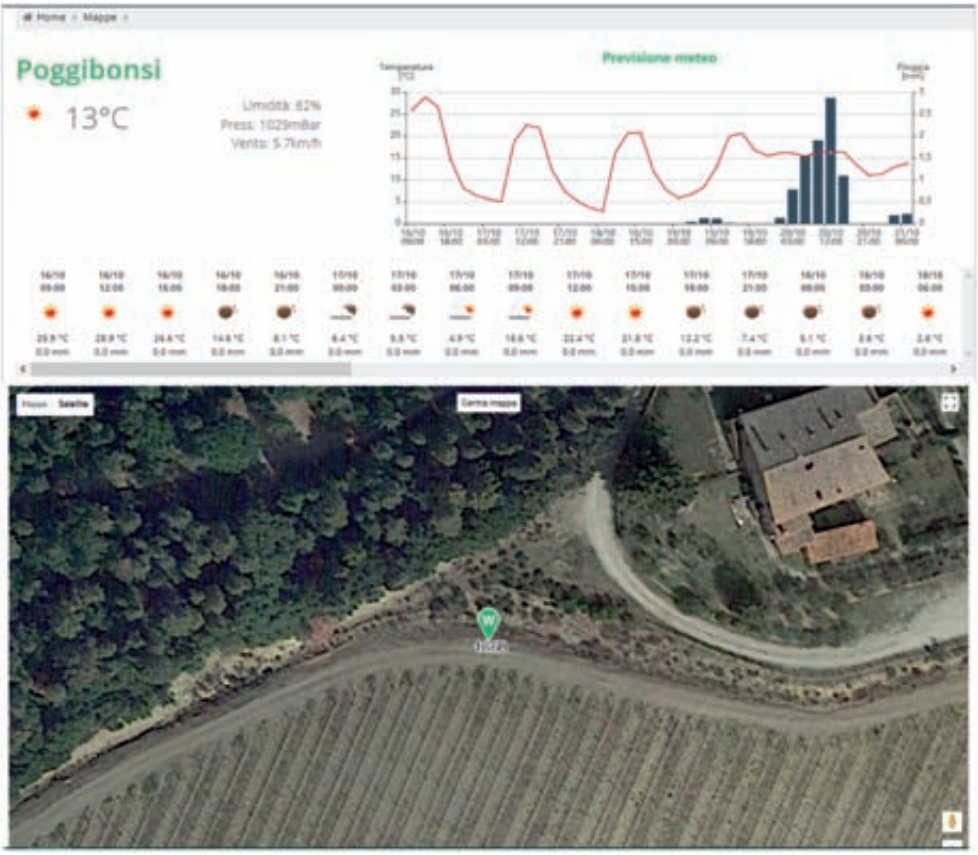


Figura 1.14: Previsioni meteo con immagine sito-specifica.

Modulo di gestione dei parametri relativi alle analisi del terreno

Attraverso lo sviluppo del sistema informatico si è passati all'implementazione di tools per la gestione e consultazione dei dati relativi alle analisi del terreno, finalizzati alla zonazione sito-specifica. In particolare si tratta di: dati analitici (% sabbia / limo / argilla, calcare attivo, capacità di scambio cationico, sostanza organica, rapporto C/N, N totale, P assimilabile, conducibilità elettrica), consultabili sia in forma tabellare che in grafico a istogramma e radar. Mediante il layer delle immagini satellitari, è sempre possibile georeferenziare e visualizzare l'area di prelievo dei campioni di terreno, ed associarvi i risultati ottenuti. Ad esempio è possibile collegare le foto dei profili di terreno, per poterlo visualizzare in maniera rapida ed efficace.

La **Figura 1.15** mostra la maschera di consultazione dei dati relativi alle analisi del terreno. In particolare, si può notare, come il sistema riporti, tra i vari parametri, anche la data di fine validità dell'analisi del terreno, riferita all'unità produttiva in esame.

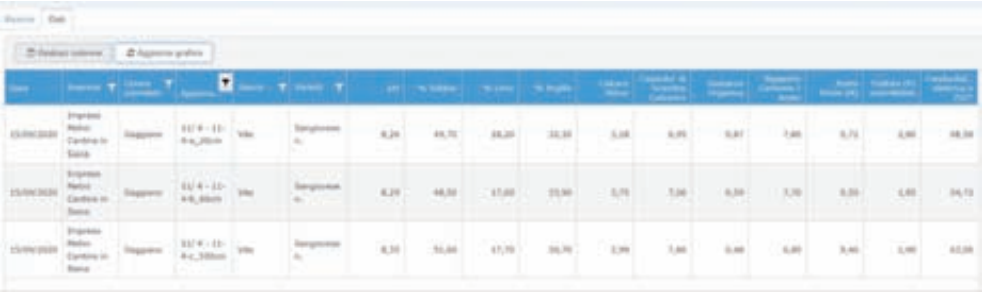


Figura 1.15: Esempio di analisi terreno, in forma tabellare, sito Gaggiano.

In **Figura 1.16** è possibile visualizzare in forma di istogrammi, alcuni dati relativi ad analisi del terreno sito specifiche, a differenti profondità (azoto totale, fosforo assimilabile).

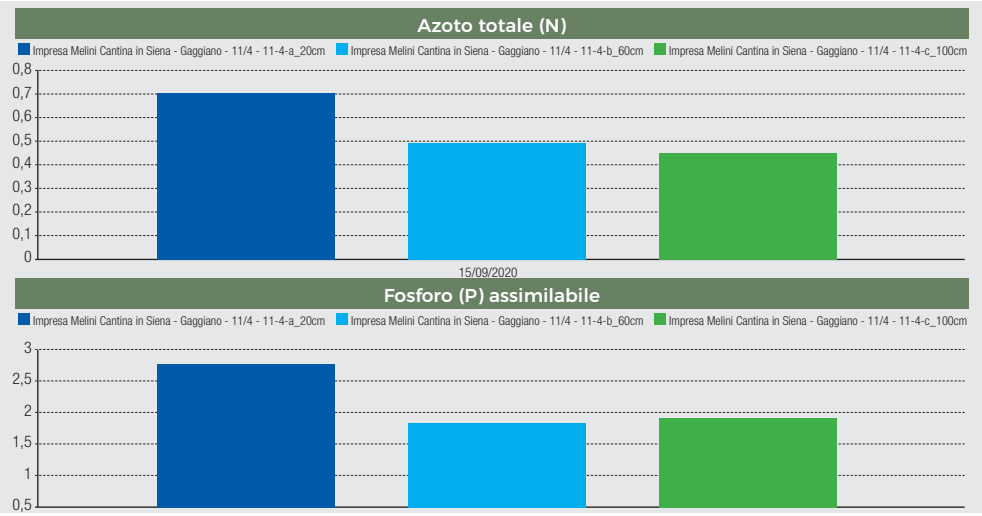


Figura 1.16: Istogrammi, con valori di azoto totale e fosforo assimilabile, sito Gaggiano.

Nelle **Figure 1.17** e **1.18** sono riportati altri esempi di rappresentazioni grafiche (istogrammi) dei parametri pH e Sostanza Organica (%), entrambi relativi a tre prelievi effettuati a tre diverse profondità del terreno.

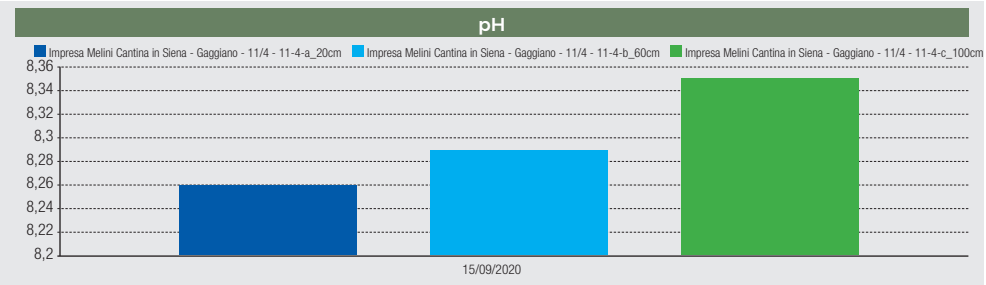


Figura 1.17: Istogramma con valori di pH del terreno, siti Gaggiano.

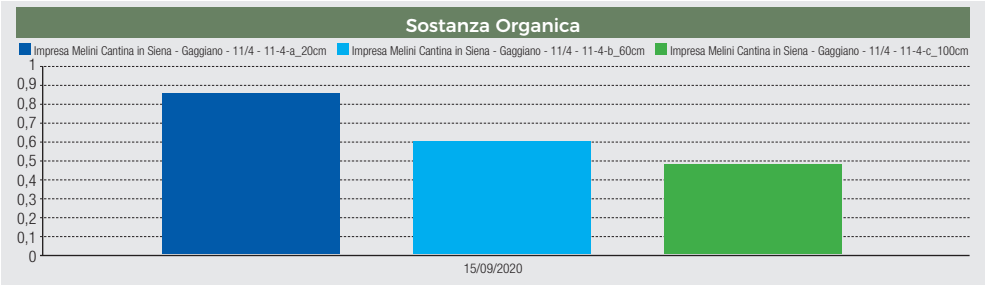


Figura 1.18: Istogramma con percentuali di sostanza organica nel terreno, siti Gaggiano.

I risultati delle analisi del terreno sono collegati ai punti di prelievo dei campioni mediante una sezione apposita dello strumento informatico. I riferimenti gestiti riguardano sia l'identificazione del punto su mappa GIS (**Figura 1.19 dx**), che la visualizzazione di un'immagine del profilo del terreno (**Figura 1.19 sx**).

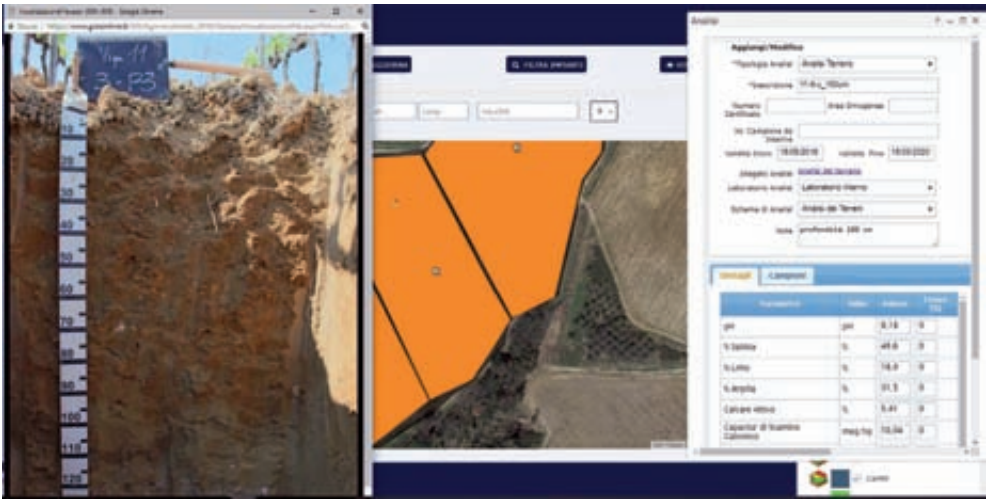


Figura 1.19: (dx) Identificazione sito su mappa. (sx) immagine del profilo del terreno sito-specifica.

Il sistema informatico propone anche il dettaglio delle analisi del terreno corrispondenti alla medesima immagine GIS (**Figura 1.20**).

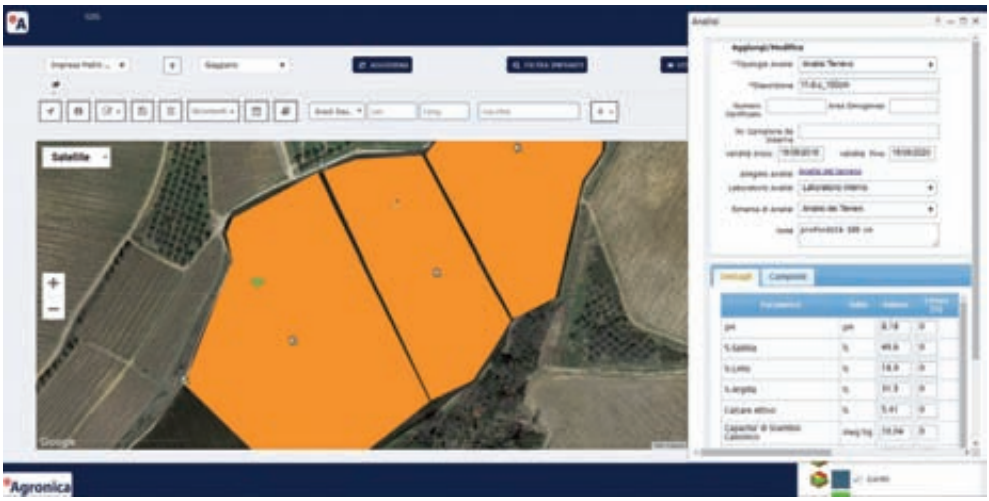


Figura 1.20: Identificazione GIS sito specifica e relative analisi del suolo.

Modulo di gestione dei parametri vegeto-produttivi della vite, tecnologici e qualitativi della bacca

Un altro modulo, sviluppato ad hoc nell'ambito del Progetto, è relativo alla raccolta e gestione real time dei principali parametri vegeto-produttivi della vite, tecnologici e qualitativi della bacca, come, ad esempio, quelli riportati in **Figura 1.21**: numero di grappoli per pianta, peso medio dell'acino (g), produzione per pianta (kg), acidità totale (g/L di acido tartarico), azoto prontamente assimilabile (APA, mg/L), pH, residuo rifrattometrico (°Brix) e il titolo alcolometrico volumico potenziale (% vol).

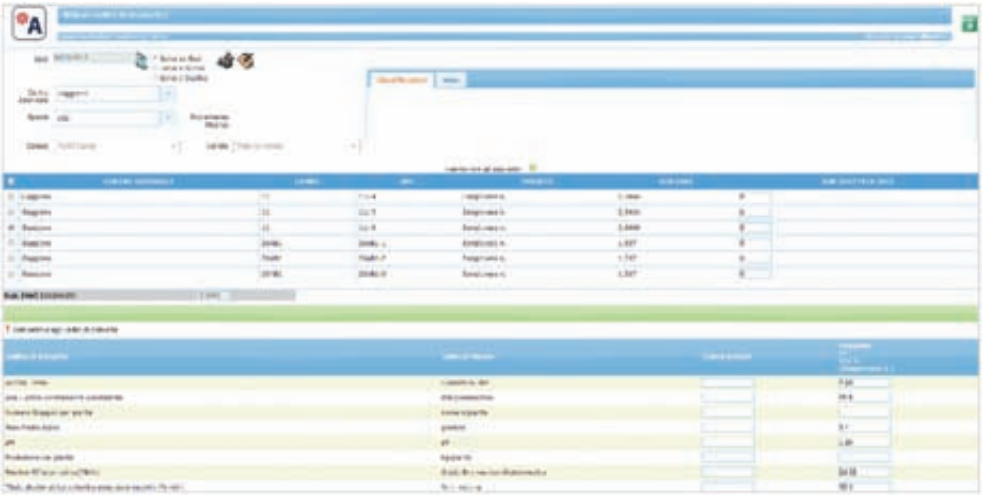


Figura 1.21: rilievo dei parametri vegeto-produttivi della vite, tecnologici e qualitativi della bacca, in uno specifico sito, Gaggiano.

Una delle innovazioni su cui si vuole porre l'accento è la parte grafica del sistema e la sua connessione con i sistemi satellitari, che inviano, con una certa regolarità, immagini degli appezzamenti, al fine di poter rilevare dati ed informazioni utili su tutti gli aspetti del ciclo di produzione.
Nel sistema, l'immagine rilevata dal satellite (**Figura 1.22**) rappresenta un layer (strato informativo) sul quale delimitare, tramite appositi tools grafici, l'appezzamento di interesse e attribuire a questo, informazioni, dati ed opportune descrizioni. Le immagini provengono dal satellite Sentinel 2, messo in orbita recentemente, tramite il quale si possono ottenere due-tre immagini mensili. Tale satellite è stato, ultimamente, affiancato da un ulteriore satellite gemello, permettendo di raddoppiare il numero di passaggi mensili.

Figura 1.22: Immagini satellitari degli appezzamenti.

Di seguito sono riportati, a titolo di esempio, alcune riproduzioni in forma grafica, fornite dal sistema informativo, relative ai valori dell'acidità totale (**Figura 1.23**), dell'azoto prontamente assimilabile (APA, mg/L) (**Figura 1.24**), dell'Indice di Ravaz (**Figura 1.25**) e alcune immagini satellitari usate per l'interpretazione dello stato vegetativo della coltura (**Figura 1.26**) e per la gestione degli appezzamenti (**Figura 1.27**).

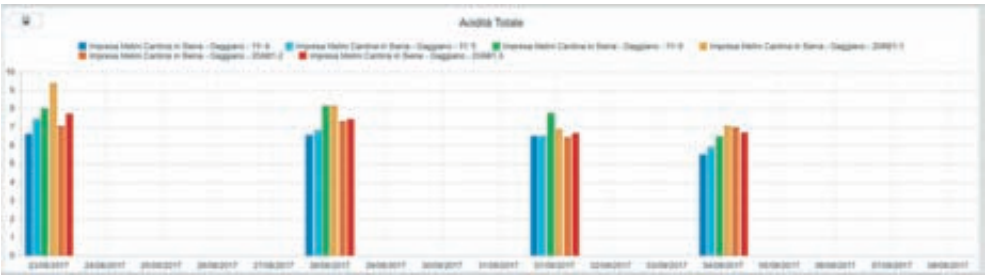


Figura 1.23: Acidità totale delle uve: esempio di rappresentazione del dato mediante grafico ad istogrammo, Gaggiano 2017.

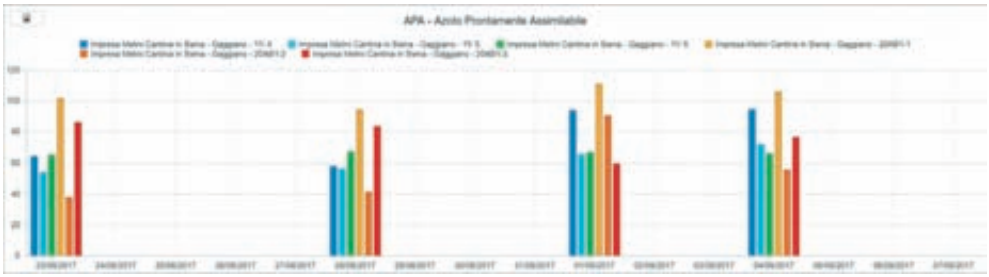


Figura 1.24: Esempio di elaborazione grafica dei parametri qualitativi della bacca: azoto prontamente assimilabile (mg/L), Gaggiano, annata 2017.

Figura 1.25: Esempio di elaborazione grafica dei parametri vegeto-produttivi della vite: Indice di Ravaz (produzione kg/legno di potatura (kg), Gaggiano, annata 2017.

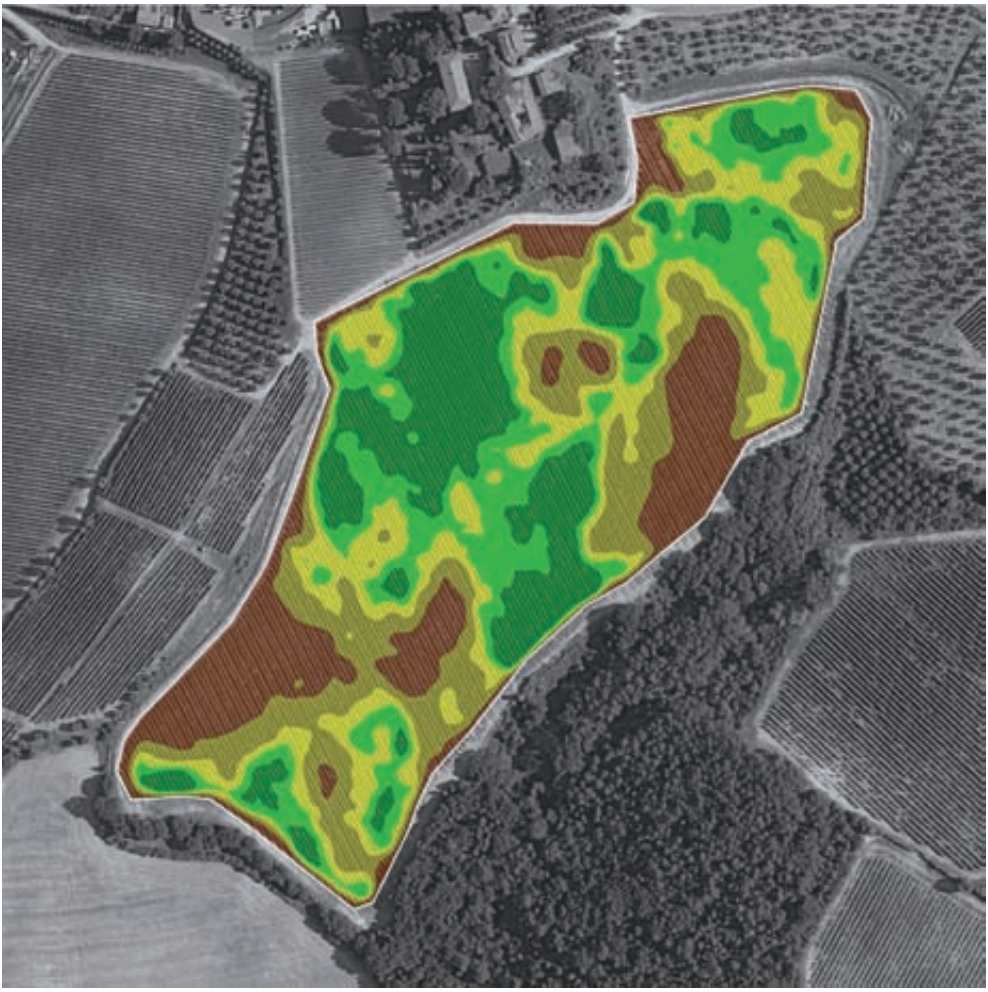


Figura 1.26: Immagine satellitare di un sito di Gaggiano, usata per l'interpretazione dello stato vegetativo della vite.

Figura 1.27: Immagine satellitare di un sito di Gaggiano, usata per la gestione degli appezzamenti.

In **Figura 1.28**, è rappresentata una schermata riassuntiva dei parametri tecnologici e qualitativi della bacca e vegeto-produttivi della vite, prodotta dal sistema informativo.

Figura 1.28: Tabella riassuntiva dei parametri tecnologici e qualitativi della bacca e vegeto-produttivi della vite, Gaggiano 2017.

Il sistema permette, inoltre, di memorizzare e storicizzare i dati: in **Figura 1.29** è riportato un esempio che riguarda l'archiviazione in forma grafica di dati relativi alla produzione per pianta in siti diversi, in una determinata annata.

Modulo di gestione dei parametri enologici

Passando all'ambito cantina, un'intera sezione del sistema è stata dedicata alla ge-

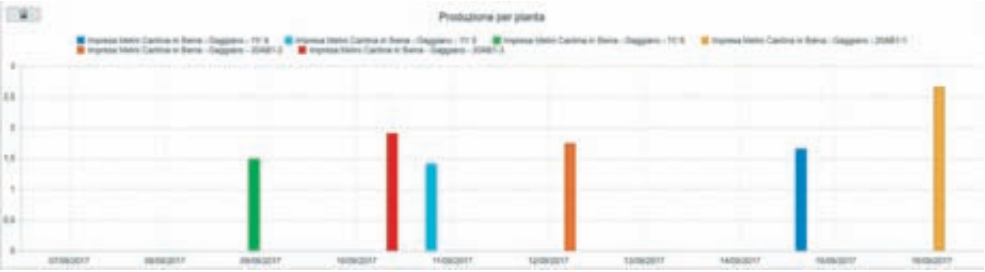


Figura 1.29: Produzione per pianta, Gaggiano, annata 2017.

stione di parametri e valori relativi alla qualità ed alle caratteristiche di mosti e vini all'interno dello stabilimento di vinificazione.
Il primo step è relativo alla raccolta di dati al momento del conferimento che prevede, come prima operazione in ordine di procedura, la possibilità di associare uno stabilimento di conferimento (**Figura 1.30**) al lotto di uva raccolta.

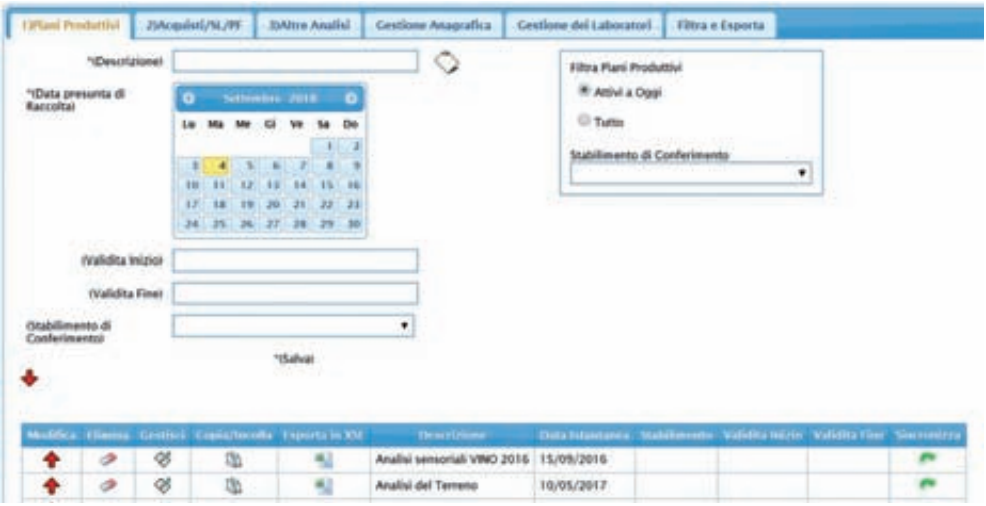


Figura 1.30: Modulo di attribuzione delle uve allo stabilimento di conferimento..

Una volta consolidata questa relazione si passa poi agli ulteriori step, che permettono di raccogliere e gestire una serie di parametri analitici di laboratorio (analisi del mosto ed evoluzione del vino in fase di affinamento) fino alla specifiche valutazioni previste prima dell'imbottigliamento.
Tutti i parametri, sia derivati dall'analisi di laboratorio che dalla valutazione sensoriale dei vini, sono consultabili in forma tabellare e grafica (istogramma e radar) per una immediata visualizzazione del dato.
Nei paragrafi che seguono verranno descritte, mediante l'ausilio di screenshot, le principali funzionalità implementate nel sistema informatico, che riguardano i

parametri enologici dell'Azienda Casa Vinicola Melini, sita a Gaggiano (SI).
Una volta effettuato il conferimento in cantina e le lavorazioni previste, il semilavorato o il vino vengono sottoposti ad analisi, ed i valori raccolti mediante lo strumento di seguito illustrato (**Figura 1.31**).

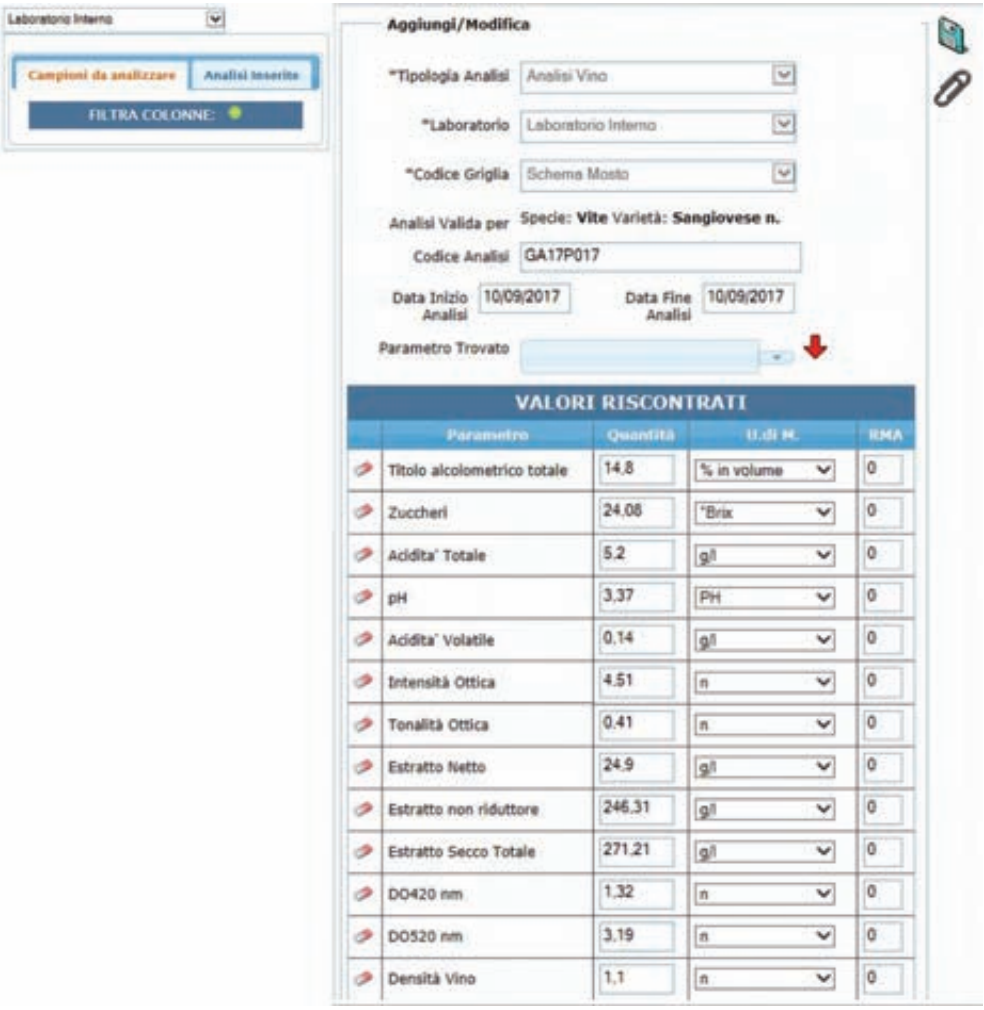


Figura 1.31: Modulo per la registrazione dei risultati delle analisi chimiche del vino.

I valori inseriti, assieme ad ulteriori parametri produttivi (**Figura 1.32**), costituiscono l'insieme di dati ed informazioni utili per una gestione della produzione maggiormente sostenibile.

Figura 1.32: Parametri analitici e produttivi.

Passando ai dati relativi alle produzioni in cantina, di seguito è riportato un esempio di rappresentazione in formato "radar" di diversi parametri che descrivono la qualità del vino (**Figura 1.33**).

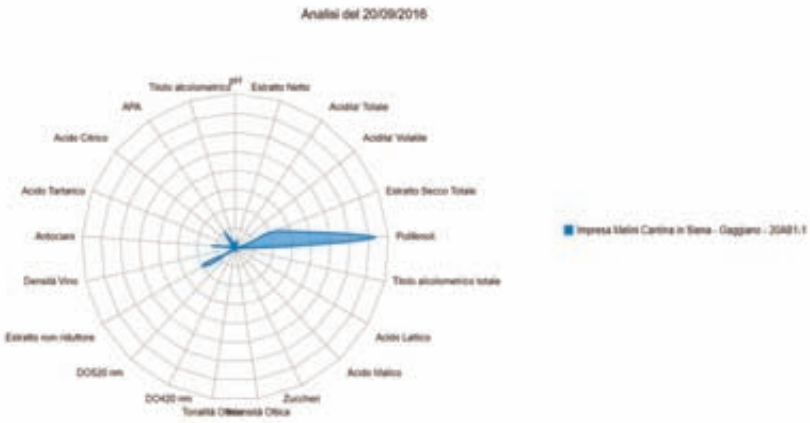


Figura 1.33: Analisi chimica: esempio di rappresentazione dei dati mediante grafico a radar, Gaggiano annata 2016.

L'ultima sezione del sistema informatico, riguarda la registrazione e consultazione dei parametri analitici sul vino (**Figura 1.34**).
Oltre alla modalità di consultazione tabellare, è possibile richiedere visualizzazioni con grafici a istogramma (**Figura 1.35**).

Figura 1.34: Tabella riassuntiva dei parametri enologici analizzati, Gaggiano.

Figura 1.35: Analisi chimica del vino: valori di acidità totale (g/L di acido tartarico), Gaggiano, annata 2016.

Oltre alle analisi chimico-fisiche, il sistema raccoglie e gestisce i dati relativi all'analisi sensoriale con possibilità di rappresentare i risultati mediante radar (**Figura 1.36**), tabellare (**Figura 1.37**), istogramma (**Figura 1.38**).

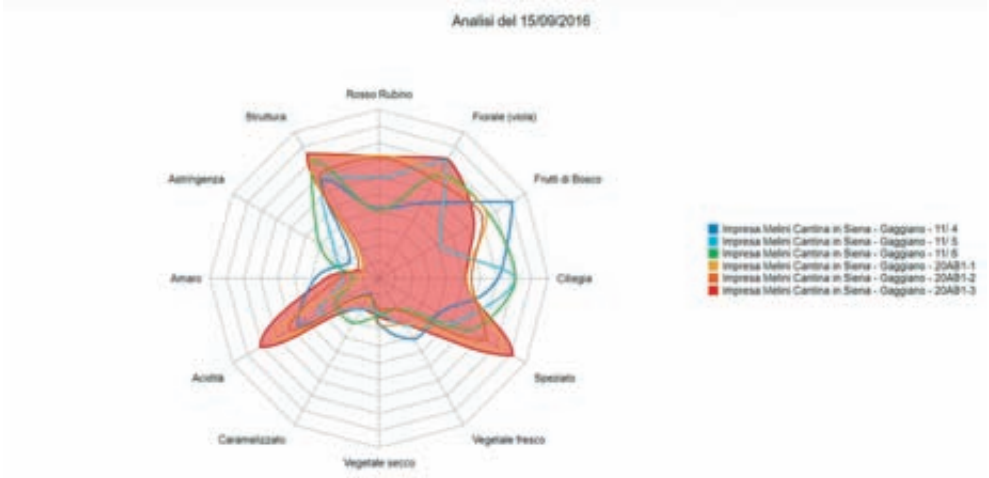


Figura 1.36: Analisi sensoriale del vino: esempio di presentazione dei risultati con grafico radar, Gaggiano, annata 2016.

Figura 1.37: Analisi sensoriale del vino: esempio di presentazione dei risultati in forma tabellare, Gaggiano, annata 2016.

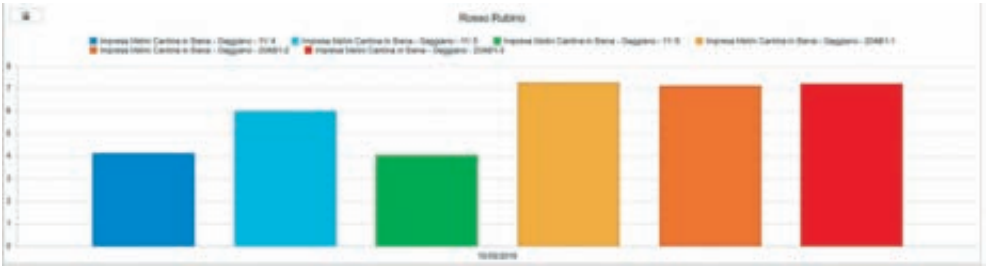


Figura 1.38: Analisi sensoriale del vino: esempio di presentazione dei risultati con istogrammi, Gaggiano, annata 2016.

La sezione relativa alle analisi sensoriali dei vini si arricchisce anche con la tabella dei dati del test di gradevolezza (**Figura 1.39**).

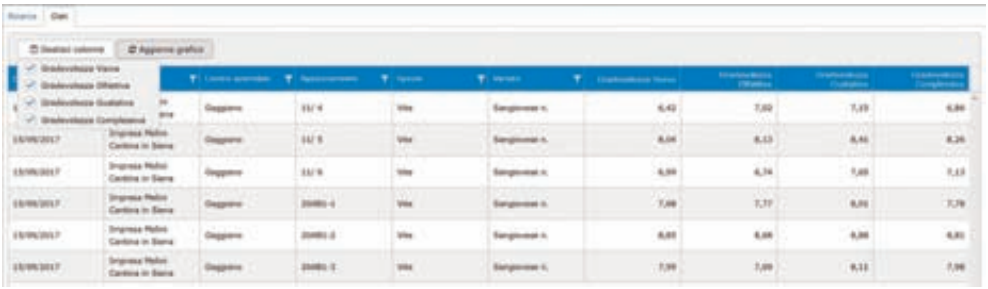


Figura 1.39: Analisi sensoriale del vino: test di gradevolezza, Gaggiano, annata 2016.

Conclusioni

Nonostante l'esistenza di diverse soluzioni informatiche presenti sul mercato, le migliori delle quali sono state riportate nei precedenti paragrafi, si è ritenuto opportuno progettare da zero e costruire dei moduli ad hoc per il sistema informatico

da adottare presso GIV. La personalizzazione del sistema sta portando ad un totale utilizzo dello stesso, evitando il non utilizzo di sezioni dello stesso, che è una condizione che spesso si verifica quando si acquista un sistema "generico", progettato e realizzato per essere utile al maggior numero possibile di soggetti, potenziali clienti. La potenzialità di questo sistema, inoltre, si esprime lungo tutta la filiera produttiva, dal vigneto alla cantina, permettendo un costante monitoraggio delle produzioni, dei parametri tecnologici che le caratterizzano e fornendo la possibilità di collegare esiti qualitativi e quantitativi finali all'intero percorso di produzione.

Come risulta da una specifica analisi costi-benefici condotta nel contesto del progetto, il sistema informatizzato per la precision farming è caratterizzato da dei costi lievemente superiori, pari a circa un 1% in più, nonostante il costo dell'investimento in termini di strumentazioni ed il costo dell'operatore per la gestione del sistema. L'applicazione del sistema ha però portato alla diminuzione del numero di concimazioni e di trattamenti fitosanitari di circa il 10%, in virtù di un minor impiego di mezzi tecnici, ore di utilizzo dei macchinari e manodopera. Oltre a ciò, si consideri anche che l'applicazione del sistema in cantina permette una riduzione degli scarti, stimata tra il 5 ed il 10%, con un relativo aumento della resa in termini di bottiglie di vino. Tale aumento ha un effetto positivo sulla redditività del sistema.

Da tutte queste considerazioni si può dedurre che l'adozione del sistema ideato e realizzato nel contesto progettuale, ha portato a conseguenze positive, da continuare a verificare nel corso del tempo.

AZIONE 2

zonazione e gestione
sito specifica del vigneto

INTRODUZIONE

È oramai da tempo, che gli indirizzi di politica agricola impongono particolare attenzione a sistemi produttivi basati sull'uso sostenibile delle risorse naturali e compatibili con le leggi di mercato, sistemi, quindi, orientati verso produzioni di qualità che siano il risultato delle specifiche caratteristiche di un determinato ambiente. È evidente che la conoscenza dell'ambiente fisico rappresenta la base di qualsiasi percorso che si propone di contenere le conseguenze negative, legate all'uso improprio del territorio, all'applicazione di agrotecniche errate e dannose, ai forti input energetici.

Lo studio della vocazione colturale di un territorio rappresenta, quindi, uno dei fattori più importanti ed efficaci per la tutela della qualità e tipicità delle produzioni e, al contempo, dell'ambiente e del paesaggio.

Le indagini per lo studio del territorio al fine di ripartirlo in zone omogenee relativamente ai risultati dell'interazione tra vitigni ed ambiente assumono, oggi, il nome di ***zonazioni***.

Nell'antichità greca e romana i vini venivano indicati con il nome della località d'origine ma molto spesso si trattava solo di "provenienza", senza una coincidenza con la zona di produzione.

Le prime delimitazioni geografiche documentate delle zone di produzione, giunte sino ai nostri giorni, hanno riguardato il *Tokaj* (1700), il *Chianti* (1716) ed il *Porto* (1755) ma sono denominazioni costruite solo sugli usi e le consuetudini.

Solo nel 1935, con la creazione dell'INAO in Francia, inizia la delimitazione scientifica dei territori vitati basata su criteri geo-pedologici e viticoli, seguendo la filosofia che "la netta impronta che l'ambiente conferisce alle caratteristiche produttive e qualitative di un vitigno è alla base del concetto di Denominazione d'origine" (Branas, 1980).

È solo dagli anni '80 che gli studi per determinare l'attitudine di differenti zone di un territorio alla coltura della vite assumono carattere integrato e interdisciplinare. La vocazione ambientale deve scaturire dall'interazione tra le informazioni climatiche, pedologiche, topografiche, colturali e l'espressione vegetativa, produttiva e qualitativa dei vitigni. *Astruc* e *coll.* nel 1980 affrontarono la zonazione dell'Aude (Sud della Francia) in modo completo descrivendo clima, natura della roccia madre, posizione topografica, profondità e drenaggio del suolo, calcare attivo ed eseguendo controlli sulle viti ed effettuando vinificazioni. I primi lavori visibili però furono quelli di *Morlat, Asselin* e *coll.* della scuola di Angers che, già dal 1984, affrontano la

zonazione della Valle della Loira basandosi sul concetto che il territorio è la somma di singoli ambienti ognuno definibile da una sequenza geo-pedologica; l'accorpamento di alcune di queste, in situazioni topografiche e mesoclimatiche omogenee, forma la sequenza "ecogeopedologica".
L'approccio olistico della zonazione viticola moderna prevede, che diverse competenze (pedologiche, agronomiche, climatologiche, enologiche ed informatiche) siano coinvolte in un'azione complementare per individuare e descrivere i fattori ambientali e colturali che concorrono nel determinare la composizione dell'uva e la qualità del vino, cioè il grado di adattamento del vitigno all'ambiente.
Il risultato di uno studio così articolato viene percepito nel momento in cui ci si appresta a degustare il vino di quel territorio e le emozioni e sensazioni ad esso associate vengono inevitabilmente legate alla qualità percepita del vino in esame.
In altre parole dagli studi di zonazione dovrebbe scaturire la necessità di proporre non solo il prodotto vino nella sua perfezione tecnologica, ma anche il territorio in cui nasce, nel cui contesto il paesaggio ha una grande potenzialità espressiva, in grado di conferire un valore aggiunto pari alle emozioni che riesce a trasmettere.
La prima zonazione italiana che segue questo approccio metodologico integrato è quella di *Scienza* e *coll.* in Oltrepò Pavese (1990), studio che dà molta enfasi al "sito", cioè un ambiente ben caratterizzato per clima, suolo ed orografia, in cui si ottimizza l'adattamento di un vitigno. A questa segue la zonazione della Val Tidone piacentina (1992) che *Fregoni* e *coll.* affrontano integrando i risultati scaturiti da indagini climatiche, pedologiche, orografiche, sulla produttività e sullo stato nutrizionale delle viti, sulla qualità dei vini. Lo stesso gruppo, successivamente, affronta la zonazione della viticoltura collinare di Cesena, che si conclude nel 1995.
In questi anni nasce il cammino italiano delle zonazioni viticole che condurrà a numerosi risultati, soprattutto nei territori vitati dell'Italia centro-settentrionale.
Per la particolare importanza e rilevanza territoriale si cita lo studio di "*Zonazione viticola ed olivicola della Provincia di Siena*" (1998 – 2006), coordinato dal Prof. Edoardo A.C. Costantini (CREA di Firenze) che aveva come obiettivo quello di "*valutare le possibilità di ulteriore ampliamento delle colture più caratteristiche della provincia di Siena, cioè Olivo e Vite, in funzione delle potenzialità agronomiche*; il progetto di "*Zonazione viticola della Collina emiliana*" (2002 – 2007), voluto e coordinato dal C.R.P.V, con il quale si sono accuratamente studiati gli ambienti vitati collinari delle province di Parma, Reggio Emilia, Modena e Bologna e la loro interazione con le varietà da vino ivi più diffuse e importanti, il progetto "*Riqualificazione della vitivinicoltura della pianura litoranea delle province di Ferrara e Ravenna*" (2003-2006), nel quale si è sviluppato il lavoro di zonazione della DOC Bosco Eliceo per i vitigni Fortana e Sauvignon ed

infine lo studio della "*Zonazione viticola delle colline di Ravenna, Forlì-Cesena e Rimini*" (2007-2012), incentrato prevalentemente sui vitigni Sangiovese e Albana.
L'elenco degli studi sopra menzionati (non certo esaustivo) conferma che "*lo stretto legame tra il vino e l'ambiente in cui viene prodotto è ormai una cognizione scientificamente appurata e lo strumento per evidenziare quali variabili dell'agro-ecosistema viticolo più influiscono sull'espressione del prodotto è la zonazione viticola*".
Lo strumento della zonazione può essere applicato a diverse scale di indagine, dalla nazionale a quella regionale sino alla scala aziendale; in questo studio si è scelto di applicare una metodica innovativa, cioè la zonazione viticola a scala aziendale (sito-specifico), al fine di produrre e organizzare per i diversi appezzamenti viticoli delle aziende partner del progetto: "Casa Vinicola Melini (Gaggiano, SI) e Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa, FI) le informazioni utili per la migliore gestione agronomica dei vigneti e per l'individuazione dei più idonei protocolli di vinificazione delle uve provenienti dai diversi appezzamenti.

ASPETTI METODOLOGICI

Il lavoro di zonazione vitivinicola sito-specifico che ha interessato l'Azienda Casa Vinicola Melini (Gaggiano, SI) e la Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa, FI), ha visto l'applicazione e il susseguirsi delle seguenti fasi: **studio del clima** attraverso l'analisi dei principali parametri meteorologici (temperatura, precipitazione, radiazione globale), **studio dei suoli** attraverso lo scavo di profili e analisi dei vari strati presenti, **individuazione dei vigneti-studio** presso i quali sono state rilevate tutte le informazioni agronomiche ed enologiche necessarie per la determinazione della risposta vegeto-produttiva e, infine, **l'elaborazione dei dati** al fine di determinare l'interazione tra vitigno ed ambiente.
Le attività sono state svolte da un gruppo di lavoro interdisciplinare coordinato scientificamente dal CRPV e composto da agronomi ed enologi di GIV, del CRPV e del CiRAA dell'Università di Pisa che, per lo studio dei suoli, si è avvalso anche del contributo tecnico-scientifico del pedologo esperto dott. Lorenzo Gardin.

LO STUDIO DEL CLIMA

La caratterizzazione climatologica delle aziende studio è stata effettuata considerando le seguenti variabili:

- temperatura minima, media e massima;
- precipitazione;
- radiazione globale.

Il dato termico in viticoltura, e in generale in fenologia agraria, determina lo sviluppo della pianta: un'adeguata disponibilità termica nel periodo vegetativo della vite (aprile-ottobre) è necessaria per garantire uno sviluppo completo.
La radiazione globale, in entrambe le sue componenti diretta e diffusa, svolge un ruolo chiave nei processi di fotosintesi, ancor più per una pianta particolarmente eliofila come la vite. Infine, la precipitazione influisce sullo stato di umidità del terreno e indirettamente sullo sviluppo di eventuale fitopatie.
Per la caratterizzazione del clima sito-specifico sono state realizzate le mappe di:

- indice di Winkler;
- precipitazione cumulata;
- radiazione globale integrata.

L'indice di Winkler (1962) è così definito:

$$\sum_{1\ apr}^{31\ ott}\left(T_{med}-10\right) \qquad (T_{med}>10)$$

Esso è definito quindi come la sommatoria termica per il periodo aprile-ottobre con soglia 10 °C, che rappresenta la temperatura cardinale della vite, valore sotto il quale il tasso di sviluppo della pianta è nullo. Anche il cumulo della precipitazione e l'integrazione della radiazione globale sono stati effettuati nel periodo aprile-ottobre, che costituisce il periodo vegetativo della vite.

LO STUDIO DEI SUOLI

La zonizzazione consiste nello studio del territorio al fine di ripartirlo in zone omogenee relativamente ai risultati dell'interazione tra vitigni ed ambiente. La zonazione di un'area prevede la caratterizzazione geo-pedologica, climatica, biologica, agronomica e nutrizionale di un territorio, per individuare e descrivere i fattori ambientali e colturali che concorrono nel determinare la composizione dell'uva e la qualità del vino.

Nella primavera del 2016 sono stati individuati i siti maggiormente rappresentativi dell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Strada di Poneta, 21, Barberino Val d'Elsa, FI) e dell'Azienda Casa Vinicola Melini (Gaggiano, SI).

Successivamente è stata acquisita la cartografia di dettaglio scala 1:5.000 che ha permesso di inquadrare i siti dal punto di vista geo-pedologico. Sulla scorta delle informazioni acquisite, è stato effettuato un sopralluogo presso le due aziende per individuare con precisione, in relazione alle caratteristiche geo-pedologiche e morfologiche dei terreni, i siti dove effettuare l'apertura delle trincee necessarie all'analisi dei profili (2 siti presso Fattoria Vecchia Rocca e 6 presso la Casa Vinicola Melini) e le relative aree di saggio (5 per ciascun profilo/sito).

Sono stati effettuati i prelievi dei terreni e le analisi dei profili fino a circa 120 cm di profondità per complessivi 8 profili pedologici di dettaglio con prelievo ed analisi di laboratorio standard eseguite per ciascun orizzonte pedologico individuato e ripetute in altre 4 aree di saggio oltre a quella sulla quale è stata effettuata l'analisi pedologica. Complessivamente sono stati prelevati 30 campioni di terreno presso la Fattoria Vecchia Rocca (2 siti x 5 aree di saggio x 3 profondità) e 90 campioni presso la Casa Vinicola Melini (6 siti, x 5 aree di saggio x 3 profondità).

L'analisi dei profili è stata effettuata secondo la metodologia proposta da Costantini (2007). La descrizione e il campionamento dei suoli è avvenuto verificando l'organizzazione del profilo secondo orizzonti genetici; il campionamento per le

determinazioni analitiche di laboratorio è stato eseguito a profondità omogenee al fine di confrontare più adeguatamente i risultati ottenuti. Prevalentemente sono stati prelevati 3 campioni di suolo alle profondità di 20 (0-40), 60 (40-80) e 100 cm (80-120). La classificazione dei profili è stata fatta utilizzando la tassonomia americana (Soil Survey Staff, 2010) e il sistema di classificazione internazionale adottato dalla FAO (IUSS – WRB, 2014). La definizione del regime pedoclimatico dei suoli, necessario per la tassonomia americana, è stata fatta utilizzando le elaborazioni del Progetto Carta dei suoli in scala 1:250.000 della Regione Toscana (http://sit.lamma.rete.toscana.it/websuoli/), basate su dati spazializzati di pioggia e temperatura relativi al trentennio 1960-1990 e sul modello semplificato di calcolo del bilancio idrico, Newhall Simulation Model (Newhall & Berdanier, 1996).
I campioni di suolo prelevati nelle due aziende sono stati analizzati presso il laboratorio chimico del Centro di Ricerche Agro-ambientali "Enrico Avanzi" dell'Università di Pisa, al fine di determinare su ciascuno di essi: pH, conducibilità elettrica (CE) - µS/cm), capacità di scambio cationico (CSC – meq/100 g), calcare attivo (%), sostanza organica (%), azoto totale (‰), C/N, fosforo assimilabile (met. Olsen - ppm), argilla (%), limo (%), sabbia (%).

Figura 2.1: Analisi dei profili sito-specifica.

SCELTA DEI "VIGNETI STUDIO"

Sulla base di quanto emerso dall'indagine preliminare, in ciascuna azienda è stato individuato un numero di appezzamenti (siti), tale da rappresentare la variabilità del vigneto, nei quali è stato effettuato lo studio agronomico-enologico (**Figure 2.2, 2.3, 2.4, 2.5**). andrebbero indicati tutti gli 8 siti.

Figura 2.2: Dettaglio del vigneto 20 AB1, Casa Vinicola Melini, Gaggiano (SI).

Figura 2.3: Dettaglio del vigneto 11, Casa Vinicola Melini, Gaggiano (SI).

Figura 2.4: Dettaglio del vigneto FVR-A, Fattoria Vecchia Rocca, Barberino Val d'Elsa (FI).

Figura 2.5: Dettaglio del vigneto FVR-B, Fattoria Vecchia Rocca, Barberino Val d'Elsa (FI).

ACQUISIZIONE DEI DATI AGRONOMICI ED ENOLOGICI

L'attività agronomica ed enologica è stata incentrata sul vitigno **Sangiovese** deputato a fornire le uve per la tipologia vino "Riserva". I rilievi effettuati in ogni sito (totale 8) hanno riguardato la valutazione dei parametri produttivi e vegetativi delle viti, cinetica di maturazione delle uve, dei parametri analitici del mosto e dei vini derivati. In particolare:

- Valutazione delle principali fasi fenologiche (germogliamento, fioritura, invaiatura) (**Figura 2.6**).

Figura 2.6: Valutazione delle principali fasi fenologiche della cv. Sangiovese: germogliamento, fioritura, invaiatura.

- Valutazione della cinetica di maturazione tramite campionamenti di uva settimanali nel periodo invaiatura-vendemmia (circa 200 acini per ogni prelievo) per la

Figura 2.7: Valutazione della cinetica di maturazione delle uve della cv. Sangiovese.

determinazione del residuo secco rifrattometrico (°Brix), acidità totale (g/L) e pH. Nel campionamento alla vendemmia è stata determinata anche la concentrazione degli acidi malico, tartarico, citrico (**Figura 2.7**).

- Valutazione, al momento della vendemmia, dei parametri produttivi quali, peso della produzione di uva per ceppo, peso medio del grappolo, numero di grappoli per ceppo (**Figura 2.8**).

Figura 2.8: Rilievi produttivi alla raccolta su uve della cv. Sangiovese.

- Valutazione del peso del legno di potatura per ceppo (**Figura 2.9**), parametro in grado di fornire una stima del livello di vigoria della pianta (Indice di Ravaz).

Figura 2.9: Valutazione del legno di potatura in piante di vite della cv. Sangiovese.

Nel corso delle 2 vendemmie (2016 e 2017) si è intervenuti con:

- Microvinificazioni ed analisi chimiche e sensoriali su mosti e vini ottenuti, presso la cantina sperimentale di CRPV a Tebano - Faenza. Campioni di circa 100/120 kg di uva, provenienti dai differenti vigneti studio, sono stati vinificati con idonee attrezzature, secondo linee standardizzate di vinificazione. È stato così possibile confrontare la composizione dei mosti e dei vini ottenibili dai differenti vigneti e valutarli in funzione delle potenzialità e della qualità enologica esprimibili.
- Dal punto di vista chimico sono state effettuate normali analisi di caratterizzazione dei prodotti vinosi, quali titolo alcolometrico, zuccheri, pH, acidità totale e volatile, acidi organici, estratto, polifenoli totali, antociani, intensità e tonalità colorante.
- I vini sono poi stati sottoposti ad un panel di degustatori per l'analisi sensoriale (**Figura 2.10**), che ha espresso un gradimento (da 1 a 10) sui differenti aspetti dei vini (visivo, olfattivo, gustativo, complessivo), procedendo poi ad un'analisi descrittiva, in cui i differenti giudici si sono espressi sull'intensità percepita nei vini rispetto ad un elenco di parametri, specificamente individuati per il vitigno Sangiovese e ritenuti per questo rilevanti e caratterizzanti.

Figura 2.10: Analisi sensoriale dei vini.

ELABORAZIONE DEI DATI FINALI

L'elaborazione statistica dei dati di campo (pedologici, produttivi, vegetativi ed analisi dei mosti) é stata effettuata tramite Analisi di Varianza, utilizzando come fonti di variabilità principale suolo, clima e dati agronomici ed enologici. L'integrazione dei risultati, realizzata dal gruppo di lavoro, ha consentito di condividere i caratteri pedologici che maggiormente influenzano la crescita della pianta e la produzione vitivinicola. Su tale base sono state individuate le tipologie di suolo considerate simili per comportamento agronomico e per risposta vegeto produttiva della vite. E' stata, così, prodotta una tabella di vocazionalità comprensiva della risposta fenologica, vegeto-produttiva della vite, qualitativa delle uve e del vino in diversi suoli delle aree soggette a zonazione sito-specifica **(Tabella 2.48)** e per le quali è possibile estendere, con prudenza e ragionevolezza, le conoscenze derivate dalle sperimentazioni. Ne emerge quindi un'indicazione territoriale localizzata, ma al contempo efficace, della vocazionalità del territorio studiato, perché legata soprattutto ai territori storicamente vitati, dove la viticoltura è da sempre una risorsa importante.

Di seguito vengono riportate, sotto forma di schema, le fasi operative del lavoro di zonazione viticola (**Figura 2.11**).

FASI OPERATIVE DEL LAVORO DI ZONAZIONE VITICOLA

STUDIO DEL TERRITORIO
Cartografia di base e Carta dei Suoli, dati climatici e notizie storiche.

↓

INDIVIDUAZIONE DEI "VIGNETI-STUDIO"
Rappresentativi dei modelli colturali e dei suoli tipici del territorio studiato.

↓

ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI
Dati fenologici, produttivi e qualitativi
(microvinificazioni, analisi chimiche e sensoriali);
caratterizzazione climatica e pedologica dei "vigneti-studio".

↓

VALUTAZIONE DELL'INTERAZIONE VITIGNO-AMBIENTE E DELIMITAZIONE DI AREE OMOGENEE
Analisi dei risultati ed estensione dei medesimi alle Unità Cartografiche
caratterizzate da suoli con comportamento agronomico
e risposta vegeto produttiva della vite
simile ai suoli rilevati nei "vigneti-studio".

Figura 2.11: Fasi operative del lavoro di zonazione viticola.

CAPITOLO 2.1

2.1.1 DESCRIZIONE AZIENDALE

CASA VINICOLA MELINI

L'Azienda Casa Vinicola Melini, del Gruppo Italiano Vini, ha sede a Gaggiano (SI), a 300 metri di altitudine, sui colli del Chianti, lungo la strada che da Poggibonsi porta a Castellina. Melini ha una lunga tradizione che risale all'anno di fondazione, il 1705, imperniata sulla valorizzazione e caratterizzazione del Chianti. La sua è la storia stessa del Chianti e dei primi sforzi per imporlo al mercato internazionale. Oggi la Melini possiede 524 ettari nella zona classica del Chianti, tra Siena e Firenze, con fattorie dai nomi famosi quali Selvanella, Terrarossa, Granaio. La cantina principale, per la vinificazione e la maturazione del Chianti e di altri grandi vini toscani, ha sede a Gaggiano, si aggiunge poi una cantina a San Gimignano per la vinificazione e l'affinamento della Vernaccia. L'Azienda Casa Vinicola Melini, ospita parte delle prove previste nell'ambito del Progetto *"Innovazioni tecnologiche per una vitivinicoltura di territorio altamente sostenibile – In.Vi.T.a.S."*, promosso a contributo nell'ambito del PSR Toscana, 2014 – 2020, sottomisura 16.2, Progetti Integrati di Filiera. Il Progetto mira a costruire un percorso culturale, di approfondimento ed elaborazione, mediante l'introduzione di innovazioni tecnologiche volte al miglioramento continuo di qualità, sostenibilità economica ed ambientale ed efficienza delle produzioni vitivinicole nel Chianti. L'obiettivo generale dell'**Azione 2** del Progetto è l'attività di zonazione e gestione sito specifica del vigneto, dunque, la valutazione dei caratteri geologici, pedologici, climatici, biologici, agronomici e nutrizionali con descrizione

AZIENDA	Casa Vinicola Mellini	
UBICAZIONE	Gaggiano (SI)	
VIGNETO	20 AB1	11
ALTITUDINE	300 m	310 m
ESPOSIZIONE	SE	N
ANNO DI IMPIANTO	1999	2003
VARIETÀ	Sangiovese	Sangiovese
PORTINNESTO	420A	420A
CLONE	R24	F9
FORMA DI ALLEVAMENTO	Cordone speronato	Cordone speronato
SESTO DI IMPIANTO	2,50m x 0,80m	2,50m x 0,80m

Tabella 2.1: Descrizione dei vigneti 20 AB1 e 11 dell'Azienda Casa Vinicola Melini (Gaggiano - SI).

dei fattori ambientali che possono influenzare la composizione dell'uva e la qualità del vino. La valutazione, prevista nell'ambito dell'**Azione 2**, è stata condotta su Sangiovese destinato alla tipologia Riserva e ha riguardato due vigneti: indicati con le sigle **20 AB1** e **11**, secondo la numerazione dell'Azienda, le caratteristiche specifiche dei quali sono riportate in **Tabella 2.1**.

FATTORIA VECCHIA ROCCA

L'Azienda Fattoria Vecchia Rocca, di Elena Alessandra Ferrari e Gualberto Vecchietti Poltri Società Agricola - Società Semplice, ospita parte delle prove previste nell'ambito dell'**Azione 2**. L'azienda è situata nel comune di Barberino Val d'Elsa provincia di Firenze, in Strada di Poneta 21 e si compone di una superficie totale di trenta ettari, di cui tredici destinati alla coltivazione specializzata di uva per la produzione di Chianti DOCG. In termini di volume, l'azienda Fattoria Vecchia Rocca totalizza una produzione annuale di circa milletrecento quintali di uva. La materia prima prodotta viene in parte venduta ed in parte trasformata internamente per la produzione di vino. La valutazione, prevista nell'ambito dell'**Azione 2**, è stata condotta su Sangiovese destinato alla tipologia "Riserva" e ha riguardato due siti: il sito **FVR-A** e il **FVR-B**, le cui caratteristiche specifiche sono riportate in **Tabella 2.2**.

AZIENDA	Fattoria Vecchia Rocca	
UBICAZIONE	Barberino Val d'Elsa (FI)	
VIGNETO	FVR-A	FVR-B
ALTITUDINE	103 m	95 m
ESPOSIZIONE	S	N-NO
ANNO DI IMPIANTO	2007	2007
VARIETÀ	Sangiovese	Sangiovese
PORTINNESTO	1103 P	1103 P
CLONE	VCR 103	VCR 103
FORMA DI ALLEVAMENTO	Guyot	Guyot
SESTO DI IMPIANTO	2,70 m x 0,80 m	2,70 m x 0,80 m

Tabella 2.2: Descrizione dei vigneti FVR-A e FVR-B dell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa, FI).

2.1.2 VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI CLIMATICI

Temperature

2016

Le elaborazioni del Laboratorio di Monitoraggio e Modellistica Ambientale per lo sviluppo sostenibile (LaMMA) su dati del Servizio Idrologico Regionale e dell'aeronautica Militare indicano che il 2016, in Toscana, è risultato il quarto anno più caldo dal 1955 (dopo il 2003, il 2014 e il 2015) con una anomalia di temperatura media di +0.8 °C rispetto al clima del periodo 1981-2010 (LaMMA, 2016).
Nello specifico, si evince che la temperatura del 2016 sopra media storica, è stata principalmente determinata da un inverno (2015-2016) piuttosto mite e da temperature minime che costantemente, in ogni stagione, con particolare incidenza durante quella invernale, si sono mantenute sopra i valori medi (Regione Toscana, 2016). A livello mensile emergono, infatti, le anomalie di temperatura media positive dei mesi invernali, gennaio e, soprattutto, febbraio. Quest'ultimo è risultato il quarto febbraio più caldo dal 1955, preceduto dal 2014, 1996 e 1990 (LaMMA, 2016). Tuttavia, le temperature medie massime, registrate nel periodo estivo e autunnale, hanno messo in evidenza una contenuta flessione rispetto ai valori medi, manifestando un andamento tendenzialmente opposto a quanto suddetto (Regione Toscana, 2016).

2017

Dalle elaborazioni LaMMA su dati del Servizio Idrologico Regionale e dell'Aeronautica Militare si evince che il 2017, in Toscana, è stato l'ottavo anno più caldo a partire dal 1955, presentando un'anomalia di temperatura media di +0.6 °C rispetto al periodo 1981-2010. In particolare, emergono le anomalie mensili positive di temperatura media di febbraio e dei mesi primaverili ed estivi (LaMMA). Tuttavia, il 2017 è si è mostrato leggermente meno caldo rispetto al triennio precedente. Nel 2017 si sono verificate 3 ondate di calore, una delle quali è risultata la seconda più intensa di sempre, dopo quella che ha interessato il mese di luglio nel 1983. Per contro, non è stata registrata alcuna ondata di freddo (LaMMA 2017). L'estate 2017 è stata comparata con quella del 2003, di riferimento per quanto concerne le ondate di caldo anomale (Regione Toscana, 2017). Da tale confronto si evince che la temperatura media nel 2003 è stata più alta di quella del 2017 di 1,4 °C, la temperatura massima di 1,1 °C e la minima di 1,7 °C. Le differenze riscontrate sono risultate più

attenuate sui valori massimi, che sono, dunque, i valori che più si sono avvicinati a quelli dell'estate 2003.
Dai dati della Regione Toscana (2017) emerge che agosto si è presentato come uno dei mesi più caldi dell'estate; a manifestare i maggiori incrementi termici è stata la temperatura massima, che, mediamente, è risultata sopra la media di circa 3,0 °C rispetto ai periodi climatici di riferimento 1981-2010 e 1971-2000. Tuttavia, anche la temperatura minima è risultata superiore alla climatologia storica di 1,0 °C, di conseguenza la media ha superato il valore storico di riferimento di quasi 2,0 °C (Regione Toscana, 2017).
I dati dell'Osservatorio Polifunzionale del Chianti confermano il 2017 come un anno molto mite, caratterizzato da una temperatura media di +15,2 °C, quasi un grado sopra la media climatica della zona che si attesa a circa +14,4 °C. Particolarmente caldi sono risultati i mesi di febbraio, marzo, giugno e agosto; la temperatura massima più alta registrata nella stazione dell'OPC è stata di +40,1°C, in data 1 agosto. Il giorno più caldo dell'anno è risultato essere il 4 agosto con temperature massime in collina intorno ai +38/+39 °C e minime attorno ai +26/+27 °C (OPC, 2017). Gennaio, si è manifestato il mese più freddo in assoluto degli ultimi 25 anni e tra i più freddi degli ultimi 50: i giorni più freddi sono stati, infatti, il 6 e il 7 gennaio con temperature massime in collina di pochi decimi sopra lo zero e minime intorno a -5 °C (OPC, 2017).

Precipitazioni

2016

Al fine di individuare trend evolutivi dell'andamento delle precipitazioni su lungo periodo, la Regione Toscana ha redatto uno studio completo delle precipitazioni a scala regionale, attraverso analisi riferite ad un periodo di 100 anni di osservazioni (1916-2016) (Regione Toscana, 2016). L'analisi delle precipitazioni ha riguardato, nello specifico, 14 stazioni distribuite in maniera omogenea sul territorio regionale. In estrema sintesi, dalle elaborazioni condotte sul campione di stazioni di monitoraggio pluviometrico con serie storiche dei dati estese, emerge che la tendenza regionale degli ultimi anni conferma una sostanziale stazionarietà dei quantitativi di pioggia media registrata nell'intero periodo, con una chiara tendenza solamente nell'ultimo decennio, ad un incremento del numero dei giorni piovosi, con particolare riferimento ai fenomeni precipitativi molto intensi. Questi ultimi possono presentare ripercussioni marcate sul territorio da un punto di vista idrogeologico ed idraulico (Regione Toscana, 2016).

L'analisi dei dati relativi al 2016, mette, invece, in risalto una certa controtendenza rispetto a quanto sopra descritto. Infatti, tale annualità si connota per un basso numero di giorni con pioggia intensa, leggermente al di sotto del valore medio, per un numero di giorni piovosi significativamente al di sopra della media e, in conseguenza, per un numero di giorni non piovosi ben al di sotto della media (Regione Toscana, 2016). Nel 2016, emerge, dunque, un altissimo numero di giorni con pioggia di intensità moderata (1-20 mm/giorno), il più alto dell'ultimo secolo, ed anche un elevato numero di giorni piovosi a cui corrisponde un esiguo numero di giorni senza pioggia. In quest'anno particolarmente piovoso, nei dieci capoluoghi toscani si è registrato in media un surplus del 15%. Un quantitativo piuttosto cospicuo di pioggia è caduto a febbraio e gennaio (LaMMA, 2016).
I dati dell'Osservatorio Polifunzionale del Chianti (OPC) confermano che il 2016 è stato un anno decisamente piovoso (OPC, 2016). In particolare, il mese di febbraio è risultato il più piovoso dal '51 ad oggi ed anche aprile e ottobre si sono manifestati particolarmente piovosi; al contrario, Dicembre è risultato sorprendentemente secco (OPC, 2016). Nel 2016 sono stati segnalati solamente brevi ed effimeri episodi nevosi nel mese di gennaio (sopra i 500 m.s.l.m) e, nella prima decade di marzo, in cui sono stati imbiancati, a più riprese, i Monti del Chianti sopra i 600-700 m.s.l.m.

2017

Il 2017 è risultato nel complesso un anno piuttosto siccitoso, soprattutto a causa della poca pioggia caduta a gennaio, nel periodo aprile-agosto e nel mese di ottobre: nei 10 capoluoghi toscani è stato registrato, in media, un deficit attorno al 15-20%, molto maggiore nelle zone meridionali (Grosseto -57% e Siena -30%) (Lamma, 2017). In particolare, Il Bollettino Siccità per la Toscana, indica che il mese di agosto 2017 è stato caratterizzato da precipitazioni scarse o assenti. Rispetto al periodo ottobre 2016 - fine agosto 2017 le aree con siccità sono risultate più frammentate; il fenomeno si è manifestato più intenso nelle aree centro-meridionali (LaMMA, 2017). La vegetazione forestale, la vite e l'olivo hanno esteso il loro grado di stress idrico e termico a buona parte della Regione nella prima decade di agosto per poi ridursi parzialmente nelle aree più interne ed appenniniche nei 16 giorni successivi (LaMMA, 2017). Dall'analisi dei dati della Regione Toscana si evidenzia un deficit di pioggia (rispetto ai valori di agosto del precedente trentennio medio analizzato, anni 1987-2016) sulla totalità del territorio regionale, con valori piuttosto marcati in corrispondenza dei principali bacini idrografici, con i valori di picco del 90% (corrispondenti a circa 55 mm di pioggia in meno rispetto al periodo medio di riferimento nel bacino Toscana Nord, dell'80% nel Magra (-50 mm), -75% nel Valdarno

Inferiore (- 30 mm) e - 70% (corrispondenti a circa -25 mm) nell'Ombrone grossetano e nel Toscana Costa. Inoltre, dalla mappa dei giorni piovosi si evince come le piogge siano state distribuite su un numero di giorni limitato, mostrando quasi ovunque valori di intensità bassi o molto bassi (Regione Toscana, 2017).
Anche i dati dell'Osservatorio Polifunzionale del Chianti per il 2017 confermano come, l'anno 2017 chiuda in discreto deficit pluviometrico; il totale annuo registrato nella stazione OPC è risultato, infatti, pari a 684 mm a fronte di una media climatica annuale di circa 820mm (OPC, 2017).
Anche nel 2017 non sono state registrate nevicate con apprezzabile accumulo al suolo ad altezze comprese tra i 300-400 m.s.l.m. Alcuni effimeri episodi di neve o nevischio, con lievi tracce di accumulo al suolo, si sono registrati a gennaio, novembre e dicembre, ma nella quasi totalità dei casi l'accumulo nevoso al suolo è stato rilevato solamente oltre i 600-650 m.s.l.m sui Monti del Chianti (OPC, 2017). Solamente nei giorni 13 e 19 gennaio e 28 dicembre la neve ha raggiunto quote appena più basse, imbiancando di un sottile velo Castellina in Chianti, Radda e San Donato in Poggio (quest'ultimo limitatamente all'episodio del giorno 13 gennaio). È stata, inoltre, segnalata, l'intensa precipitazione di graupel o neve tonda avvenuta in zona Marcialla-Tavarnelle-Sambuca in data 16 dicembre con accumulo di alcuni cm al suolo (OPC, 2017).

I dati climatici registrati nel 2016 e 2017, a livello regionale e nel territorio del Chianti, confermano quanto osservato dalle capannine meteo WINET-TX (**Figura 2.12**), posizionate nelle Aziende Casa Vinicola Melini e Fattoria Vecchia Rocca.

Figura 2.12: Capannina meteorologica WINET-TX.

2.1.3 **VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI PEDOLOGICI**

Terre e suoli dei vigneti della Azienda casa Vinicola Melini

Il rilevamento pedologico dei due vigneti dell'Azienda Casa Vinicola Melini (Gaggiano, SI) è stato fatto realizzando complessivamente 30 profili pedologici e 90 analisi chimiche routinarie che hanno permesso di conseguire la caratterizzazione pedologica dei vigneti, attraverso la descrizione completa del profilo nel punto maggiormente rappresentativo. Il territorio collinare intorno all'Azienda Casa Vinicola Melini di Gaggiano è rappresentato da due formazioni geologiche.

È presente la formazione dell'Alberese, costituita da calcari, calcari marnosi, marne ed argilliti calcaree torbiditiche con intercalazioni di arenarie e siltiti, che danno origine ad un ambiente rappresentato da versanti incisi, da moderatamente pendenti a scoscesi, generalmente da erosi a molto erosi nelle parti medio-alte, terrazzati nelle parti medio-basse e basse; l'uso del suolo costituito prevalentemente da vigneto, oliveto, ma anche bosco misto di latifoglie e pascoli sulle dorsali.

Sono inoltre presenti depositi marini pliocenici a granulometria sabbiosa, con una forte componente limosa. Danno origine ad un paesaggio costituito da versanti debolmente pendenti, talvolta con fenomeni erosivi anche di notevole entità data l'alta erodibilità del substrato e da sommità arrotondate di ridotte dimensioni; l'uso del suolo è costituito prevalentemente da vigneto, oliveto, seminativo e secondariamente a bosco di latifoglie.

Suoli

I suoli presenti nel vigneto **20 AB1** si originano sulla formazione dell'Alberese, su un substrato formato da calcari marnosi e marne argillose, molto calcareo con frequenti frammenti di roccia in superficie e nel profilo.

Sono state identificate due tipologie pedologiche simili fra loro:

I suoli del sito 1 e del sito 3, rappresentati dai profili 20 AB1.1 P2 e 20 AB1.3 P3, presentano profondità molto elevate, generalmente oltre 150 cm; hanno una sequenza di orizzonti di tipo Ap-Bw-BC, la tessitura argillosa ed omogenea lungo il profilo. Il contenuto in frammenti di roccia nel profilo è variabile, generalmente comune. Sono moderatamente calcarei e moderatamente alcalini, privi di salinità. Hanno una capacità di acqua disponibile molto elevata e la permeabilità del suolo è moderatamente bassa, sono ben drenati. La lavorabilità è moderata a causa della tessitura argillosa e della presenza in superficie di ciottoli che possono aumentare l'usura degli attrezzi.

I suoli del sito 2, rappresentati dal profilo 20 AB1.1 P4, sono molto simili per quanto riguarda la tessitura e le caratteristiche chimiche; differiscono in quanto il substrato roccioso si trova più superficialmente a 110-120 cm, limitando la profondità e il volume esplorabile dalle radici. Inoltre in esso il quantitativo di scheletro raggiunge quantità importanti, in particolar modo negli orizzonti profondi più prossimi al substrato roccioso, riducendo la quantità di acqua disponibile per le viti.
Entrambi i tipi di suolo sono riferibili alla tipologia Verrazzano (VRZ1) del Catalogo Regionale dei suoli; la variabilità dei caratteri riscontrata nel vigneto rientra nel range descritto per la tipologia pedologica.
I suoli presenti nel **vigneto 11** si sviluppano su un substrato non litoide composto da sedimenti marini sabbiosi e limosi del Pliocene e presentano caratteristiche con una maggiore eterogeneità; sono state identificate tre differenti tipologie di suoli.
I suoli del sito 1, rappresentati dal profilo 11.1 P3, si sviluppano su livelli deposizionali limosi e limoso argillosi. Sono suoli molto profondi, a profilo Ap-Bw-Bgk, non ghiaiosi, a tessitura argilloso sabbiosa, moderatamente calcarei, a reazione moderatamente alcalina, non salini, moderatamente ben drenati, con disponibilità idrica molto elevata e permeabilità moderata. La lavorabilità del suolo è moderata.
I suoli sono riferibili alla tipologia Marronaia (MRR1) del Catalogo Regionale dei suoli, una tipologia assai poco diffusa nel territorio, da cui differiscono per avere una tessitura maggiormente argillosa.
I suoli del sito 2, rappresentati dal profilo 11.2 P3, si sviluppano su depositi sabbiosi. Sono suoli da moderatamente profondi a profondi, con limitazioni all'approfondimento degli apparati radicali dovuti ad un substrato eccessivamente sabbioso ed incoerente. La sequenza degli orizzonti è Ap-AC-C, non ghiaiosi a tessitura franco sabbioso argillosa, moderatamente calcarei, moderatamente alcalini e non salini; sono talvolta eccessivamente drenati con moderata disponibilità idrica e alta permeabilità. La lavorabilità del suolo è buona. I suoli sono riferibili alla tipologia Strada (STR1) del Catalogo Regionale dei suoli, tipologia di suoli assai diffusa nel territorio, seppur con alcune differenze nella evoluzione del profilo e nella tessitura.
I suoli del sito 3, rappresentati dal profilo 11.3 P3, si sviluppano su depositi sabbioso limosi; sono suoli molto profondi, privi di limitazioni all'approfondimento radicale; la sequenza degli orizzonti è Ap-Bw-C, non sono ghiaiosi, hanno tessitura franco sabbiosa argillosa, molto calcarei, moderatamente alcalini e non salini; con disponibilità idrica elevata, ben drenati e con permeabilità moderatamente alta. La lavorabilità del suolo è buona. I suoli sono riferibili alla tipologia San Gimignano (SGI1) del Catalogo Regionale dei suoli, abbastanza diffusa nel territorio, seppur i suoli rilevati a Gaggiano mostrino maggiori conCAS.

CASA VINICOLA MELINI

Inquadramento pedologico secondo la Carta dei Suoli della Regione Toscana:
- Soil "Region": 61.3
- Sistema: 61.3
- Unità cartografica: SOM1_CLV1_VRZ1 (Figura 2.13)

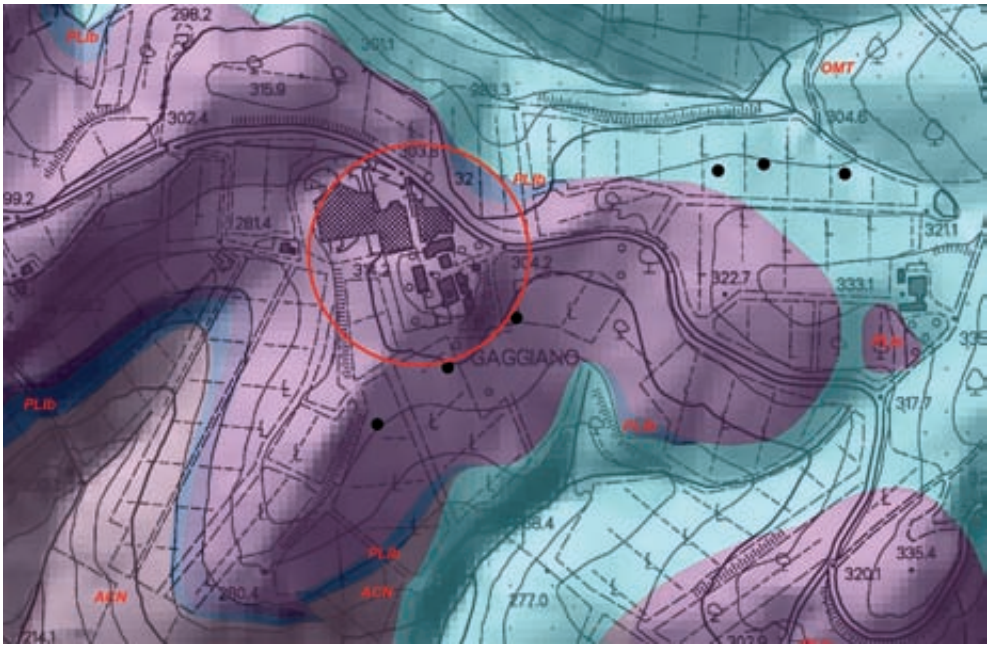


Figura 2.13: Inquadramento geologico dell'Azienda Casa Vinicola Melini.

I suoli di questa "Regione pedologica" hanno geologia caratterizzata da Sedimenti marini del pliocene e del pleistocene, da sedimenti alluvionali dell'olocene e secondariamente da flysch calcareo-marnosi; trovano nell'erosione, nella pendenza e nell'eccesso di argilla e rocce calcaree le principali limitazioni agronomiche.

Presso l'Azienda Casa Vinicola Melini sono stati individuati due vigneti (il n.**11** e il n.**20 AB1** secondo la numerazione attribuita dall'Azienda) all'interno di ciascuno dei quali sono stati individuati 3 siti e per ciascuno di essi sono state individuate 5 aree di saggio come rappresentato dai segnapunti in **Figure 2.14 e 2.15**.

I segnapunti rossi delle tabelle 2.14 e 2.15 indicano le aree di saggio in corrispondenza delle quali è stata effettuata anche l'analisi del profilo. Ogni area di saggio è stata geo-referenziata (**Tabella 2.3**).

Figura 2.14: Vista aerea dei siti individuati all'interno del vigneto 11 dell'Azienda Casa Vinicola Melini.

Figura 2.15: Vista aerea dei siti individuati all'interno del vigneto 20 AB1 dell'Azienda Casa Vinicola Melini.

SITO	AREA DI SAGGIO	LATITUDINE N	LONGITUDINE E
11.1	1	43°28'34.48"	11°12'45.05"
11.1	2	43°28'33.87"	11°12'44.35"
11.1	3	43°28'33.29"	11°12'43.64"
11.1	4	43°28'32.59"	11°12'42.73"
11.1	5	43°28'31.82"	11°12'41.89"
11.2	1	43°28'31.89"	11°12'40.60"
11.2	2	43°28'31.67"	11°12'39.75"
11.2	3	43°28'31.53"	11°12'38.86"
11.2	4	43°28'31.22"	11°12'38.19"
11.2	5	43°28'30.85"	11°12'37.60"
11.3	1	43°28'31.18"	11°12'36.15"
11.3	2	43°28'30.68"	11°12'35.00"
11.3	3	43°28'29.61"	11°12'34.22"
11.3	4	43°28'28.13"	11°12'33.60"
11.3	5	43°28'26.91"	11°12'32.81"
20.1	1	43°28'37.18"	11°13'1.10"
20.1	2	43°28'36.23"	11°13'0.05"
20.1	3	43°28'35.38"	11°12'59.00"
20.1	4	43°28'36.08"	11°12'58.29"
20.1	5	43°28'37.15"	11°12'57.31"
20.2	1	43°28'35.01"	11°12'56.57"
20.2	2	43°28'36.22"	11°12'55.39"
20.2	3	43°28'37.41"	11°12'54.40"
20.2	4	43°28'38.38"	11°12'53.44"
20.2	5	43°28'39.46"	11°12'52.25"
20.3	1	43°28'37.63"	11°12'51.71"
20.3	2	43°28'38.29"	11°12'51.21"
20.3	3	43°28'38.95"	11°12'50.72"
20.3	4	43°28'39.45"	11°12'50.23"
20.3	5	43°28'39.82"	11°12'49.55"

Tabella 2.3: Azienda Casa Vinicola Melini – Geo-referenziazione delle aree di saggio (evidenziate in giallo le aree in corrispondenza delle quali è stato analizzato il profilo pedologico).

Descrizione dei profili - Casa Vinicola Melini

PROFILO 20.1 P2 (Figura 2.16)

Altitudine: 310 m slm, Pendenza: 20 % Esposizione: Nord; Morfologia: versante lineare, parte medio bassa; Materiale parentale: marne e calcari marnosi (formazione Alberese); Rocciosità: assente; Pietrosità: scarsa ghiaia; scarsi ciottoli. Uso del suolo: vigneto.

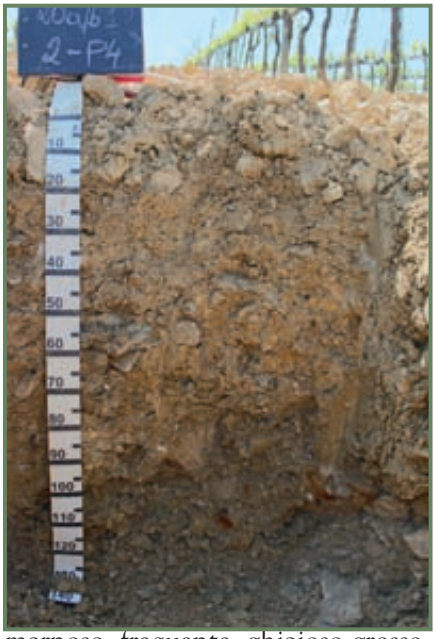
Classificazione:
- Soil Taxonomy (ed. 2010): Typic Haplustepts, fine, mixed, mesic, superactive
- FAO-WRB (ed. 2014): Calcaric Cambisol (Clayic, Aric).

Ap: 0 – 30 cm. Umido, colore bruno oliva chiaro (2,5Y 5/4); scheletro angolare, calcareo marnoso, scarso, ghiaioso medio e grossolano; resistenza alla rottura: resistente; struttura poliedrica subangolare media, mediamente sviluppata; tessitura di campagna argilloso limosa; molto adesivo e molto plastico; pori molto fini scarsi; radici fini scarse; effervescenza violenta. Limite inferiore chiaro ondulato.

Bw: 30 – 70 cm. Umido, colore bruno oliva chiaro (2,5Y 5/6); scheletro angolare, calcareo marnoso, scarso, ghiaioso medio e scarso ciottoloso; tessitura di campagna argilloso limosa; resistenza alla rottura: resistente, molto adesivo e molto plastico; struttura poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata; concentrazioni di carbonato di calcio soffici, scarse, piccole; pori molto fini scarsi; radici medie poche; effervescenza notevole. Limite inferiore graduale ondulato.

BC: 70 – 150 cm. Umido, colore bruno oliva chiaro (2,5Y 5/6); scarse masse arricchite in ferro ossidato giallo brunastre (10YR 6/8); scheletro angolare, calcareo marnoso, scarso, ghiaioso medio e comune ciottoloso; tessitura di campagna franco argilloso limosa; resistenza alla rottura: poco resistente, adesivo e plastico; struttura poliedrica subangolare media, debolmente sviluppata; concentrazioni di carbonato di calcio soffici, scarse, piccole; pori molto fini scarsi; radici medie poche; effervescenza violenta. Limite inferiore non conosciuto.

PROFILO 20.2 P4 (Figura 2.17)



Altitudine: 310 m slm, Pendenza: 15 % Esposizione: Nord; Morfologia: versante lineare, parte medio bassa; Materiale parentale: marne e calcari marnosi (formazione Alberese) Rocciosità: assente
Pietrosità: comune ghiaia e ciottoli; scarse pietre; Uso del suolo: vigneto.

Classificazione
- Soil Taxonomy (ed. 2010): Typic Haplustepts, fine, mixed, mesic, superactive
- FAO-WRB (ed. 2014): Endoskeletic Cambisols (Loamic, Aric).

Ap: 0 – 35 cm. Umido, colore bruno oliva chiaro (2,5Y 5/6); scheletro angolare, calcareo marnoso, frequente, ghiaioso grossolano e ciottoloso; resistenza alla rottura: resistente; struttura poliedrica subangolare media, mediamente sviluppata; tessitura di campagna franco argillosa; molto adesivo e molto plastico; pori fini comuni; radici fini scarse; effervescenza violenta. Limite inferiore abrupto ondulato.

Bk: 35 – 70 cm. Umido, colore giallo oliva (2,5Y 6/6); comuni masse arricchite in ferro ossidato, medie, bruno giallastre (10YR 5/8); scarse masse impoverite in ferro, piccole, grigio brune (2,5Y 5/2); scheletro angolare, calcareo marnoso, frequente, ciottoloso e ghiaioso grossolano; tessitura di campagna franco argillosa; resistenza alla rottura: resistente, adesivo e plastico; struttura poliedrica subangolare media, debolmente sviluppata, tendente a massivo; concentrazioni di carbonato di calcio soffici, comuni, medie; pori molto fini scarsi; radici fini poche; effervescenza violenta. Limite inferiore chiaro ondulato.

C: 70 – 130 cm. Umido, colore bruno oliva chiaro (2,5Y 5/4); scarse masse impoverite in ferro, medie, bianche (2,5Y 8/2); scarse masse arricchite in ferro ossidato, medie, bruno giallastre (10YR 5/8); scheletro angolare, calcareo marnoso, abbondante, ciottoloso; tessitura di campagna franco argillosa; resistenza alla rottura: resistente, adesivo e plastico; struttura assente, massivo; concentrazioni di carbonato di calcio soffici, scarse, piccole; pori molto fini scarsi; radici medie poche; effervescenza violenta. Limite inferiore abrupto irregolare. R: 130 cm + Substrato roccioso calcareo marnoso.

PROFILO 20.3 P3 (Figura 2.18)

Altitudine: 310 m slm, Pendenza: 10 % Esposizione: Nord; Morfologia: versante lineare, parte medio bassa; Materiale parentale: marne e calcari marnosi (formazione Alberese) Rocciosità: assente; Pietrosità: frequente ghiaia; comuni ciottoli e pietre; Uso del suolo: vigneto.

Classificazione

- Soil Taxonomy (ed. 2010): Typic Haplustepts, fine, mixed, mesic, superactive.
- FAO-WRB (ed. 2014): Calcaric Cambisol (Clayic, Aric).

Ap: 0 – 30 cm. Umido, colore bruno oliva chiaro (2,5Y 5/4); scarse masse arricchite in ferro ossidato, medie, bruno giallastre (10YR 5/8); scheletro angolare, calcareo marnoso, frequente, ghiaioso grossolano e ciottoloso; resistenza alla rottura: resistente; struttura poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata; tessitura di campagna franco argillosa; molto adesivo e molto plastico; pori medi comuni; radici fini poche; effervescenza violenta. Limite inferiore chiaro ondulato.

Bw1: 30 – 80 cm. Umido, colore bruno oliva chiaro (2,5Y 5/4); comuni masse arricchite in ferro ossidato, medie, bruno giallastre (10YR 5/8) e scarse masse impoverite in ferro, piccole, grigio brune (2,5Y 5/2); scheletro angolare, calcareo marnoso, comune, ciottoloso e ghiaioso grossolano; tessitura di campagna franco limoso argillosa; resistenza alla rottura: resistente, molto adesivo e molto plastico; struttura poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata; pori molto fini scarsi; radici medie poche; effervescenza notevole. Limite inferiore chiaro ondulato.

Bw2: 70 – 135 cm. Umido, colore bruno oliva chiaro (2,5Y 5/4); scarse masse arricchite in ferro ossidato giallo brunastre (10YR 6/8); scheletro scheletro angolare, calcareo marnoso, comune, ciottoloso e ghiaioso grossolano; tessitura di campagna argilloso limosa; resistenza alla rottura: resistente, molto adesivo e molto plastico; struttura poliedrica subangolare media, debolmente sviluppata; concentrazioni di carbonato di calcio soffici, scarse, piccole; pori molto fini scarsi; radici medie poche; effervescenza notevole. Limite inferiore non conosciuto.

PROFILO 11.1 P3 (Figura 2.19)

Altitudine: 300 m slm, Pendenza: 5 % Esposizione: Sud Est; Morfologia: versante concavo, parte medio alta; Materiale parentale: sedimenti marini limoso sabbiosi; Rocciosità: assente; Pietrosità: assente; Uso del suolo: vigneto.

Classificazione
- Soil Taxonomy (ed. 2010): Aquic Haplustepts, fine, mixed, superactive, mesic.
- FAO-WRB (ed. 2014): Calcaric Stagnic Cambisols (Loamic, Aric).

Ap: 0 – 30 cm. Umido; colore bruno oliva chiaro (2,5Y 5/4); scheletro assente; tessitura di campagna franca; resistenza alla rottura: friabile; debolmente adesivo, debolmente plastico; struttura poliedrica sub angolare media debolmente sviluppata; pori medi e fini comuni; radici fini comuni; effervescenza violenta. Limite inferiore abrupto ondulato.

Bw1: 30 – 70 cm. Umido; colore bruno giallastro scuro (10YR 4/4); masse di ferro ossidato piccole, molte, di colore bruno giallastre (10YR 5/8) e masse impoverite di ferro piccole, comuni, di colore grigio bruno (2,5Y 5/2); scheletro assente; tessitura di campagna franco limosa; resistenza alla rottura: friabile; debolmente adesivo, debolmente plastico; struttura poliedrica sub angolare media debolmente sviluppata, tendente a consistenza sciolta; pori fini comuni; radici fini comuni; effervescenza notevole. Limite inferiore chiaro ondulato.

Bw2: 70 – 100 cm. Umido; colore bruno oliva chiaro (2,5Y 5/4); masse di ferro ossidato piccole, scarse, di colore bruno giallastre (10YR 5/8); scheletro assente; tessitura di campagna franca; resistenza alla rottura: friabile; non adesivo, non plastico; struttura poliedrica sub angolare media debolmente sviluppata; pori fini scarsi; radici medie comuni; effervescenza notevole. Limite inferiore chiaro ondulato.

Bg: 100 – 150 cm. Umido; colore bruno giallastro scuro (10YR 4/4); masse di ferro ossidato piccole, molte, di colore bruno giallastre (10YR 5/8) e masse impoverite di ferro piccole, molte, di colore grigio bruno (2,5Y 5/2); scheletro assente; tessitura di campagna franco limosa; resistenza alla rottura: poco resistente; debolmente ade-

sivo, debolmente plastico; struttura poliedrica angolare fine fortemente sviluppata; concentrazioni soffici di ferro manganese, piccole, comuni; pori fini molto fini scarsi; radici fini scarse; effervescenza debole. Limite inferiore chiaro lineare.
Bk: 150 – 160 cm. Umido; colore bruno giallastro scuro (10YR 4/4); scheletro assente; tessitura di campagna franca; resistenza alla rottura: poco resistente; debolmente adesivo, debolmente plastico; struttura assente, massivo; concentrazioni soffici e dure di carbonato di calcio, piccole, comuni; pori molto fini molto scarsi; radici assenti; effervescenza violenta. Limite inferiore non conosciuto.

PROFILO 11.2 P3 (Figura 2.20)

Altitudine: 300 m slm, Pendenza: 5 % Esposizione: Sud Est; Morfologia: versante convesso, parte medio alta; Materiale parentale: sedimenti marini sabbioso grossolani; Rocciosità: assente.
Pietrosità: assente; Uso del suolo: vigneto.

Classificazione
- Soil Taxonomy (ed. 2010): Typic Ustorthents, fine loamy, mixed, superactive, mesic
- FAO-WRB (ed. 2014): Calcaric Regosols (Loamic, Aric).

Ap: 0 – 30 cm. Umido; colore bruno oliva chiaro (2,5Y 5/6); scheletro assente; tessitura di campagna franco sabbiosa; resistenza alla rottura: friabile; non adesivo, non plastico; struttura assente; pori medi e grandi comuni; radici fini comuni, medie scarse; effervescenza violenta. Limite inferiore chiaro ondulato.

AC: 30 – 70 cm. Umido; colore bruno oliva chiaro (2,5Y 5/6); scheletro assente; tessitura di campagna franco sabbiosa; resistenza alla rottura: sciolto; debolmente adesivo, debolmente plastico; struttura assente; pori medi e fini comuni; radici fini e medie comuni; effervescenza violenta. Limite inferiore abrupto ondulato.

C: 70 – 160 cm. Umido; colore bruno oliva chiaro (2,5Y 5/8); scheletro assente; tessitura di campagna sabbioso franca; resistenza alla rottura: sciolto; non adesivo, non plastico; struttura assente; pori medi e fini comuni; radici medie comuni; effervescenza violenta. Limite inferiore non conosciuto.

PROFILO 11.3 P3 (Figura 2.21)

Altitudine: 300 m slm, Pendenza: 10 % Esposizione: Sud Est; Morfologia: versante lineare, parte medio alta; Materiale parentale: sedimenti marini limoso sabbiosi; Rocciosità: assente; Pietrosità: assente; Uso del suolo: vigneto.

Classificazione
- Soil Taxonomy (ed. 2010): Typic Haplustepts, fine loamy, mixed, mesic, superactive.
- FAO-WRB (ed. 2014): Calcaric Cambisols (Loamic, Aric).

Ap: 0 – 30 cm. Umido; colore bruno giallastro (10YR 5/4); masse di ferro ossidato piccole, scarse, di colore bruno giallastre (10YR 5/8) e masse impoverite di ferro piccole, scarse, di colore grigio bruno (2,5Y 5/2); scheletro assente; tessitura di campagna franca; resistenza alla rottura: friabile; debolmente adesivo, debolmente plastico; struttura poliedrica sub angolare piccola, moderatamente sviluppata;
pori medi e fini comuni; radici medie comuni; effervescenza violenta. Limite inferiore chiaro lineare.

Bw: 30 – 70 cm. Umido; colore bruno giallastro (10YR 5/4); scheletro assente; tessitura di campagna franca; resistenza alla rottura: friabile; debolmente adesivo, debolmente plastico; struttura poliedrica sub angolare piccola, moderatamente sviluppata; pori fini comuni; radici fini poche; effervescenza violenta. Limite inferiore chiaro lineare.

C1: 70 – 90 cm. Umido; colore bruno giallastro (10YR 5/4); scheletro assente; tessitura di campagna franca; resistenza alla rottura: friabile; debolmente adesivo, debolmente plastico; struttura poliedrica sub angolare media debolmente sviluppata, tendente a massiva; pori fini comuni; radici medie comuni; effervescenza violenta. Limite inferiore chiaro ondulato.

C2: 90 – 110 cm. Umido; colore bruno oliva chiaro (2,5Y 5/4); scheletro assente; tessitura di campagna franco limosa; resistenza alla rottura: friabile; debolmente

adesivo, debolmente plastico; struttura assente, massivo; pori fini e molto fini scarsi; radici medie comuni; effervescenza violenta. Limite inferiore chiaro lineare.
C3: 110 – 140 cm. Umido; colore bruno oliva chiaro (2,5Y 5/4); scheletro assente; tessitura di campagna franco limosa; resistenza alla rottura: resistente; non adesivo, plastico; struttura assente, massivo; abbondanti frammenti di gusci di conchiglie marine; pori molto fini molto scarsi; radici assenti; effervescenza violenta. Limite inferiore non conosciuto.

ANALISI DEI TERRENI - Casa Vinicola Melini

DIFFERENZE TRA SITI

In **Tabella 2.4** sono sintetizzati i valori medi delle analisi dei terreni prelevati nelle 5 aree di saggio nei 6 siti presi in analisi presso l'Azienda Casa Vinicola Melini (**vigneto 11**: 11.1, 11.2 e 11.3; **vigneto 20 AB1**: 20.1, 20.2 e 20.3).
I dati elementari sono stati sottoposti all'analisi della varianza al fine di evidenziare eventuali differenze statisticamente significative tra i siti considerati.

MELINI siti	Prof. media cm	pH	Conducib. elettrica µS/cm	Calcare attivo %	Capacità s. cationico meq/100 g	N totale ‰	P assim. ppm	Sostanza organica %	C/N	Argilla %	Limo %	Sabbia %
11.1	20	8.26	68.58 c	3.18 d	6.95 b	0.71 cd	2.80 b	0.87	7.8 a	32.1 b	18.2 cd	49.7 ab
11.2	20	8.25	69.12 c	3.37 cd	11.37 a	0.57 d	2.72 b	0.62	7.1 ab	30.9 b	15.0 d	54.1 a
11.3	20	8.21	78.68 c	5.25 bc	11.95 a	0.64 d	2.74 b	0.74	7.5 ab	33.3 b	22.2 bc	44.5 b
20.1	20	8.07	98.48 b	8.72 a	14.58 a	1.13 a	5.51 a	1.01	5.8 cd	42.8 a	25.7 ab	31.5 c
20.2	20	8.15	116.24 a	7.06 ab	11.99 a	0.87 bc	4.61 a	0.92	6.6 bc	42.0 a	22.8 bc	35.2 c
20.3	20	8.12	95.84 b	8.83 a	12.26 a	1.03 ab	4.36 a	0.81	5.1 d	40.6 a	29.9 a	29.5 c
p-value		*.17*	*.00****	*.00****	*.00****	*.00****	*.00****	*.05*	*.00****	*.00****	*.00****	*.00****
11.1	60	8.29	65.72 c	3.75 c	7.06	0.50 cd	1.85 c	0.59 b	7.7 a	33.9 bc	17.6 c	48.5 a
11.2	60	8.30	70.12 c	4.19 bc	12.24	0.42 d	1.79 c	0.43 c	6.6 b	29.5 c	16.4 c	54.1 a
11.3	60	8.16	68.18 c	5.36 c	8.97	0.60 c	2.90 ab	0.61 b	6.6 b	34.1 bc	16.5 c	49.4 a
20.1	60	8.17	88.10 a	9.76 a	12.24	1.05 a	3.49 a	0.95 a	5.8 bc	40.6 a	26.4 ab	33.0 b
20.2	60	8.27	82.46 ab	6.01 b	10.77	0.55 cd	2.90 ab	0.46 bc	5.4 cd	43.4 a	21.3 bc	35.3 b
20.3	60	8.31	72.50 bc	8.89 a	9.84	0.85 b	2.14 bc	0.61 b	4.7 d	38.8 ab	31.7 a	29.5 b
p-value		*.12*	*.00****	*.00****	*.06*	*.00****	*.00****	*.00****	*.00****	*.00****	*.00****	*.00****
11.1	100	8.35 a	63.06 c	2.99 d	7.86	0.46 c	1.90	0.48 bc	6.8 a	30.7 b	17.7 c	51.6 a
11.2	100	8.29 abc	72.76 bc	4.16 d	12.08	0.30 d	1.95	0.29 d	6.5 a	29.4 b	19.2 bc	51.4 a
11.3	100	8.18 d	75.96 ab	5.41 cd	10.04	0.54 c	2.55	0.55 b	6.7 a	31.5 b	18.9 bc	49.6 a
20.1	100	8.21 cd	85.92 a	10.01 a	10.66	0.96 a	2.26	0.83 a	5.6 ab	41.1 a	25.7 ab	33.2 bc
20.2	100	8.22 bcd	82.32 ab	6.82 bc	8.66	0.52 c	2.25	0.39 cd	4.7 b	41.0 a	21.3 bc	37.7 b
20.3	100	8.30 ab	75.46 ab	8.70 ab	12.36	0.81 b	2.29	0.58 b	4.7 b	40.9 a	31.2 a	27.9 c
p-value		*.00 ***	*.02 **	*.00****	*.06*	*.00****	*.44*	*.00****	*.00****	*.00****	*.00****	*.00****

Tabella 2.4: Confronto tra le principali caratteristiche dei terreni prelevati nei sei siti analizzati presso l'Azienda "Casa Vinicola Melini" (il valore di ogni sito è medio di 5 aree di saggio; vedere Tabella 2.5).

L'analisi della varianza, condotta separatamente per profondità, evidenzia molte importanti differenze tra i siti considerati sia in termini di caratteristiche fisiche dei terreni che chimiche. In particolare, per quanto attiene alla tessitura, i tre siti

individuati all'interno del **vigneto 11** (11.1, 11.2 e 11.3) sono risultati decisamente più sabbiosi lungo tutto il profilo analizzato rispetto ai tre siti individuati all'interno del **vigneto 20 AB1** (20.1, 20.2 e 20.3) che di contro hanno fatto registrare una maggiore percentuale di argilla.
A ciò ha fatto seguito una maggiore conducibilit**à elettrica dei 3 siti del vigneto 20 AB1** rispetto a quelli del **vigneto 11** (aspetto meno evidente nello strato più profondo). Analoga tendenza è risultata anche per il calcare attivo e il fosforo assimilabile (per quest'ultimo parametro non è stata osservata alcuna differenza statisticamente significativa tra i siti nello strato di terreno più profondo). La maggiore presenza di argilla nei siti del vigneto **20 AB1** sembra aver condizionato positivamente anche la concentrazione di azoto totale negli strati superficiali (comunque su valori assoluti decisamente bassi) e quella della sostanza organica negli strati più profondi (la percentuale di sostanza organica non si è differenziata statisticamente tra i siti nell'orizzonte superficiale ed è comunque risultata in tutti i siti decisamente bassa). Scarse differenze tra siti sono state osservate a carico del pH e della C.S.C. che ha comunque evidenziato valori assoluti apprezzabili. Sia nel **vigneto 11** che nel vigneto **20 AB1** i valori del rapporto C/N sono risultati molto bassi con differenze significative tra i siti che evidenziano la tendenza a una riduzione nel vigneto **20 AB1**. Questi risultati sembrano riconducibili a uno squilibrio tra C e N a favore dell'azoto soprattutto negli strati di terreno più profondi.

VARIABILITÀ ALL'INTERNO DEI SITI

Variabilità all'interno del sito 11.1

In **Tabella 2.5** sono riassunti i valori delle analisi dei terreni prelevati nelle 5 aree di saggio del sito 11.1 (Casa Vinicola Melini). Anche in questo caso, i dati elementari sono stati analizzati con l'obiettivo di valutare la variabilità esistente all'interno di ciascun sito utilizzando come "indicatore" il coefficiente di variazione calcolato come rapporto tra la deviazione standard del set di dati e la sua media.

Gran parte dei parametri analizzati ha evidenziato una variabilità accettabile (in particolare la tessitura e il pH) lungo tutto il profilo. Di contro i valori di P assimilabile e calcare attivo sono risultati molto variabili, soprattutto nello strato di terreno più profondo. L'area di saggio che più si è discostata di valori medi del sito è risultata

MELINI sito	Aree	Prof. cm	pH	Conducib. elettrica µS/cm	Calcare attivo %	Capacità s. cationico meq/100 g	N totale ‰	P assim. ppm	Sostanza organica %	C/N	Argilla %	Limo %	Sabbia %
11.1	1	20	8,1	70,6	4,0	5,9	0,7	3,8	0,9	7,4	31,3	15,8	52,9
11.1	2	20	8,3	57,7	3,6	5,5	0,6	2,8	0,7	7,5	31,1	17,7	51,2
11.1	3	20	8,2	68,3	1,2	9,8	0,6	1,8	0,7	8,0	35,8	14,5	49,7
11.1	4	20	8,3	65,6	3,5	6,1	0,8	2,8	1,0	7,9	30,7	20,1	49,2
11.1	5	20	8,4	80,7	3,5	7,4	0,8	2,9	1,0	8,4	31,5	22,9	45,7
	media	u.m.	8,3	69	3,2	6,9	0,7	2,8	0,87	7,82	32,1	18,2	49,7
	dev.stand.	u.m.	0,1	8	1,1	1,7	0,1	0,7	0,15	0,40	2,1	3,4	2,7
	coeff.var.	%	1	12	35	25	15	26	17	5	7	18	5
11.1	1	60	8,3	57,0	4,4	5,6	0,4	2,3	0,6	9,6	33,5	11,2	55,3
11.1	2	60	8,4	57,1	2,9	7,8	0,6	1,6	0,7	7,4	29,9	18,5	51,7
11.1	3	60	8,1	64,7	3,9	8,4	0,4	1,4	0,5	7,6	41,9	18,1	40,0
11.1	4	60	8,4	81,4	3,3	7,3	0,5	1,9	0,5	6,6	32,4	19,2	48,4
11.1	5	60	8,4	68,4	4,2	6,2	0,5	2,0	0,6	7,4	31,5	21,3	47,3
	media	u.m.	8,3	66	3,7	7,1	0,5	1,9	0,59	7,72	33,8	17,6	48,5
	dev.stand.	u.m.	0,1	10	0,6	1,2	0,1	0,3	0,08	1,09	4,7	3,8	5,7
	coeff.var.	%	1	15	17	16	13	18	13	14	14	22	12
11.1	1	100	8,4	61,6	5,2	8,1	0,4	2,6	0,4	7,0	27,9	14,9	57,2
11.1	2	100	8,3	61,1	3,8	7,5	0,5	2,2	0,6	7,1	30,5	18,4	51,1
11.1	3	100	8,3	70,3	1,5	7,1	0,5	1,4	0,4	6,2	34,2	16,6	49,2
11.1	4	100	8,5	64,8	3,0	8,8	0,6	1,6	0,7	7,3	31,0	19,1	50,0
11.1	5	100	8,3	57,5	1,5	7,8	0,4	1,6	0,3	6,2	30,1	19,4	50,6
	media	u.m.	8,4	63	3,0	7,9	0,5	1,9	0,48	6,76	30,7	17,7	51,6
	dev.stand.	u.m.	0,1	5	1,6	0,6	0,1	0,5	0,15	0,54	2,3	1,9	3,2
	coeff.var.	%	1	8	53	8	24	26	30	8	7	11	6

Tabella 2.5: Analisi della variabilità delle principali caratteristiche dei terreni prelevati presso l'Azienda "Casa Vinicola Melini" all'interno del sito di osservazione 11.1.

la n.3. L'azoto totale e la sostanza organica hanno evidenziato una spiccata variabilità soltanto nello strato più profondo.

Variabilità all'interno del sito 11.2

In **Tabella 2.6** sono riassunti i valori delle analisi dei terreni prelevati nelle 5 aree di saggio del sito 11.2 (Casa Vinicola Melini). Contrariamente a quanto osservato nel sito 11.1, molti dei parametri analizzati hanno evidenziato una forte variabilità in alcuni orizzonti mentre in altri sono risultati in linea con il sito precedentemente analizzato (11.1). Ancora una volta, lo strato di terreno più profondo è stato quello che ha manifestato la maggiore variabilità dei dati relativi al calcare attivo, alla CSC, all'azoto totale, alla sostanza organica, al P assimilabile e alla percentuale di limo. Quest'ultimo insieme alla CSC e al calcare attivo sono risultati parametri assai variabili anche nello strato di terreno più superficiale

MELINI sito	Aree	Prof. cm	pH	Conducib. elettrica µS/cm	Calcare attivo %	Capacità s. cationico meq/100 g	N totale ‰	P assim. ppm	Sostanza organica %	C/N	Argilla %	Limo %	Sabbia %
11.2	1	20	8,2	73,7	1,3	8,8	0,7	2,6	0,7	7,0	33,5	11,3	55,3
11.2	2	20	8,2	62,3	1,3	8,8	0,7	2,9	0,8	7,1	31,2	9,1	59,7
11.2	3	20	8,4	54,3	3,3	14,2	0,5	3,1	0,5	7,0	28,6	9,7	61,8
11.2	4	20	8,2	95,5	5,1	12,0	0,6	2,6	0,6	6,4	32,8	18,3	48,9
11.2	5	20	8,3	59,8	5,8	13,0	0,4	2,4	0,5	8,1	28,2	26,6	45,2
	media	u.m.	8,2	69	3,4	11,4	0,6	2,7	0,62	7,12	30,9	15,0	54,2
	dev.stand.	u.m.	0,1	16	2,1	2,5	0,1	0,3	0,12	0,64	2,4	7,5	7,0
	coeff.var.	%	1	24	62	22	22	10	19	9	8	50	13
11.2	1	60	8,3	67,4	3,1	9,1	0,4	2,2	0,4	6,2	35,3	16,0	48,7
11.2	2	60	8,2	67,9	2,7	10,2	0,6	1,5	0,7	6,8	32,5	12,4	55,1
11.2	3	60	8,4	55,5	3,3	12,0	0,3	1,9	0,3	7,7	23,6	11,9	64,5
11.2	4	60	8,2	89,9	5,7	13,6	0,4	1,8	0,3	5,8	30,3	20,2	49,5
11.2	5	60	8,4	69,9	6,1	16,3	0,4	1,5	0,4	6,6	25,7	21,5	52,9
	media	u.m.	8,3	70	4,2	12,2	0,4	1,8	0,43	6,64	29,5	16,4	54,1
	dev.stand.	u.m.	0,1	12	1,6	2,8	0,1	0,3	0,15	0,74	4,8	4,4	6,3
	coeff.var.	%	1	15	17	16	13	18	13	14	14	22	12
11.2	1	100	8,3	64,4	2,1	6,9	0,3	2,2	0,3	7,3	28,4	13,6	58,0
11.2	2	100	8,3	67,2	1,9	10,2	0,5	2,1	0,5	6,7	34,6	13,6	51,8
11.2	3	100	8,4	60,1	3,8	15,0	0,2	1,2	0,2	8,7	25,5	12,5	62,1
11.2	4	100	8,2	86,0	6,4	12,5	0,3	1,6	0,2	6,3	30,7	30,2	39,1
11.2	5	100	8,4	86,1	6,6	15,8	0,3	2,6	0,2	3,7	27,9	26,4	45,8
	media	u.m.	8,3	73	4,2	12,1	0,3	2,0	0,29	6,52	29,4	19,2	51,3
	dev.stand.	u.m.	0,1	12	2,3	3,6	0,1	0,6	0,13	1,81	3,5	8,4	9,2
	coeff.var.	%	1	17	54	30	41	28	45	28	12	44	18

Tabella 2.6: Analisi della variabilità delle principali caratteristiche dei terreni prelevati presso l'Azienda "Casa Vinicola Melini" all'interno del sito di osservazione 11.2.

Variabilità all'interno del sito 11.3

In **Tabella 2.7** sono riassunti i valori delle analisi dei terreni prelevati nelle 5 aree di saggio del sito 11.3 (Casa Vinicola Melini).

In questo sito la variabilità dei parametri analizzati è risultata più bassa del sito 11.2 e dello stesso ordine di grandezza del sito 11.1.

La maggiore variabilità è stata osservata, in tutti gli strati considerati, per il calcare attivo (con valori oscillanti nel range dei terreni da scarsamente a moderatamente calcarei) e per la percentuale di limo.

MELINI sito	Aree	Prof. cm	pH	Conducib. elettrica µS/cm	Calcare attivo %	Capacità s. cationico meq/100 g	N totale ‰	P assim. ppm	Sostanza organica %	C/N	Argilla %	Limo %	Sabbia %
11.3	1	20	8,2	67,0	3,9	11,0	0,6	2,3	0,8	8,5	31,8	15,5	52,8
11.3	2	20	8,1	80,0	3,9	11,7	0,7	3,2	0,8	7,3	33,0	15,2	51,8
11.3	3	20	8,3	65,2	4,7	12,1	0,7	3,0	0,7	6,7	31,0	16,5	52,5
11.3	4	20	8,3	89,3	5,8	12,9	0,7	2,7	0,7	6,8	36,3	31,3	32,4
11.3	5	20	8,2	91,9	7,9	12,1	0,5	2,5	0,7	8,0	34,2	32,3	33,5
	media	u.m.	8,2	79	5,2	11,9	0,6	2,7	0,74	7,48	33,3	22,2	44,6
	dev.stand.	u.m.	0,1	12	1,7	0,7	0,1	0,4	0,06	0,78	2,1	8,8	10,6
	coeff.var.	%	1	16	32	6	9	13	8	10	6	40	24
11.3	1	60	8,3	65,4	3,8	8,6	0,6	2,8	0,6	6,4	36,1	19,7	44,2
11.3	2	60	8,2	58,2	3,6	11,0	0,6	2,8	0,7	8,2	32,0	19,9	48,1
11.3	3	60	8,3	65,7	4,8	9,4	0,6	3,2	0,6	6,6	31,4	14,0	54,7
11.3	4	60	7,9	66,4	7,5	8,7	0,6	3,7	0,5	5,9	34,8	17,2	48,1
11.3	5	60	8,1	85,2	7,1	7,1	0,6	2,1	0,6	6,1	36,4	11,8	51,8
	media	u.m.	8,2	68	5,4	9,0	0,6	2,9	0,61	6,64	34,2	16,5	49,4
	dev.stand.	u.m.	0,1	10	1,8	1,4	0,0	0,6	0,08	0,90	2,3	3,6	4,0
	coeff.var.	%	2	15	34	16	4	21	13	14	7	22	8
11.3	1	100	8,1	59,7	3,8	12,1	0,6	3,0	0,6	6,7	33,6	10,1	56,4
11.3	2	100	8,2	68,3	4,0	8,8	0,6	2,5	0,6	6,4	33,1	13,3	53,6
11.3	3	100	8,3	68,2	4,9	11,5	0,5	2,2	0,5	7,3	27,4	16,3	56,4
11.3	4	100	8,1	92,5	7,1	9,6	0,6	2,3	0,5	5,4	30,4	26,9	42,7
11.3	5	100	8,1	91,1	7,2	8,1	0,4	2,7	0,5	7,6	33,0	27,9	39,1
	media	u.m.	8,2	76	5,4	10,0	0,5	2,5	0,55	6,69	31,5	18,9	49,6
	dev.stand.	u.m.	0,1	15	1,6	1,7	0,1	0,3	0,05	0,88	2,6	8,1	8,2
	coeff.var.	%	1	20	30	17	16	13	9	13	8	43	16

Tabella 2.7: Analisi della variabilità delle principali caratteristiche dei terreni prelevati presso l'Azienda Casa Vinicola Melini all'interno del sito di osservazione 11.3.

Variabilità all'interno del sito 20.1

In **Tabella 2.8** sono riassunti i valori delle analisi dei terreni prelevati nelle 5 aree di saggio del sito 20.1 (Casa Vinicola Melini).

In questo sito la variabilità dei dati è risultata generalmente contenuta ad eccezione della capacità di scambio cationico che è risultato il parametro più variabile tra quelli analizzati.

MELINI sito	Aree	Prof. cm	pH	Conducib. elettrica µS/cm	Calcare attivo %	Capacità s. cationico meq/100 g	N totale ‰	P assim. ppm	Sostanza organica %	C/N	Argilla %	Limo %	Sabbia %
20.1	1	20	8,1	93,7	6,2	15,6	1,1	4,4	1,1	6,6	50,6	28,3	21,1
20.1	2	20	8,1	90,8	9,4	14,6	1,4	6,8	1,3	5,6	44,2	21,8	34,1
20.1	3	20	8,1	101,0	9,2	10,0	0,9	5,1	0,9	6,7	43,8	23,6	32,6
20.1	4	20	8,1	109,6	8,8	20,7	1,1	5,4	1,0	5,8	40,0	30,6	29,4
20.1	5	20	8,1	97,3	9,8	12,1	1,1	5,8	0,8	4,5	35,1	24,3	40,6
	media	u.m.	8,1	98	8,7	14,6	1,1	5,5	1,01	5,84	42,8	25,7	31,5
	dev.stand.	u.m.	0,0	7	1,4	4,0	0,2	0,9	0,19	0,91	5,7	3,6	7,1
	coeff.var.	%	0	7	16	28	18	16	18	16	13	14	23
20.1	1	60	8,1	93,2	9,2	13,9	1,2	5,2	1,2	6,6	37,3	29,9	32,9
20.1	2	60	8,1	84,2	10,2	9,7	1,2	2,8	1,1	6,0	45,9	18,7	35,4
20.1	3	60	8,2	86,9	12,5	11,6	0,9	2,8	0,8	5,9	40,7	29,4	29,9
20.1	4	60	8,1	94,3	8,2	14,5	1,1	3,7	1,0	5,7	40,9	28,7	30,4
20.1	5	60	8,3	81,9	8,6	11,5	0,9	3,0	0,7	5,1	38,3	25,4	36,3
	media	u.m.	8,2	88	9,8	12,2	1,0	3,5	0,95	5,84	40,6	26,4	33,0
	dev.stand.	u.m.	0,1	5	1,7	2,0	0,1	1,0	0,20	0,54	3,4	4,6	2,9
	coeff.var.	%	1	6	18	16	14	29	21	9	8	18	9
20.1	1	100	8,1	86,4	10,5	11,7	1,0	2,5	1,0	6,1	41,2	26,6	32,2
20.1	2	100	8,2	92,6	11,2	8,6	1,0	2,4	0,8	5,2	42,9	27,7	29,4
20.1	3	100	8,2	81,4	10,6	14,3	0,9	1,9	0,8	6,1	41,1	25,8	33,1
20.1	4	100	8,3	85,7	9,0	10,8	0,9	1,7	0,7	5,0	38,3	25,6	36,2
20.1	5	100	8,3	83,5	8,7	7,9	1,0	2,8	0,8	5,4	41,7	22,7	35,6
	media	u.m.	8,2	86	10,0	10,7	1,0	2,3	0,83	5,58	41,1	25,7	33,3
	dev.stand.	u.m.	0,1	4	1,1	2,5	0,1	0,5	0,10	0,54	1,7	1,8	2,7
	coeff.var.	%	1	5	11	24	7	20	12	10	4	7	8

Tabella 2.8: Analisi della variabilità delle principali caratteristiche dei terreni prelevati presso l'Azienda Casa Vinicola Melini all'interno del sito di osservazione 20.1.

Variabilità all'interno del sito 20.2

In **Tabella 2.9** sono riassunti i valori delle analisi dei terreni prelevati nelle 5 aree di saggio del sito 20.2 (Casa Vinicola Melini).

In questo sito la variabilità dei dati è risultata apprezzabile (indipendentemente dagli orizzonti considerati) e sullo stesso livello di quella rilevata nel sito 11.2.

Tra le caratteristiche chimiche del terreno risultate maggiormente variabili in tutti gli orizzonti si sono distinte: il calcare attivo (che identifica terreni da scarsamente a moderatamente calcarei), la CSC (apprezzabile in valori assoluti e tendenzialmente decrescente all'aumentare della profondità del terreno) e la percentuale di sostanza organica (decisamente bassa in valori assoluti) anche nello strato di terreno più superficiale. La tessitura ha evidenziato una notevole variabilità nello strato più profondo del terreno mentre è apparsa decisamente stabile in quello superficiale.

MELINI sito	Aree	Prof. cm	pH	Conducib. elettrica µS/cm	Calcare attivo %	Capacità s. cationico meq/100 g	N totale ‰	P assim. ppm	Sostanza organica %	C/N	Argilla %	Limo %	Sabbia %
20.2	1	20	7,9	130,4	4,3	13,4	1,2	6,4	1,5	7,8	46,3	25,2	28,5
20.2	2	20	8,6	107,5	9,1	7,9	0,7	3,7	0,7	6,4	41,9	25,1	33,0
20.2	3	20	8,1	137,0	6,9	13,6	0,8	4,4	0,6	5,1	43,1	19,1	37,8
20.2	4	20	8,1	113,7	7,8	12,6	0,9	4,1	1,0	7,2	42,3	21,5	36,2
20.2	5	20	8,0	92,6	7,2	12,4	0,7	4,4	0,7	6,6	36,3	23,0	40,7
	media	u.m.	8,2	116	7,1	12,0	0,9	4,6	0,92	6,62	42,0	22,8	35,2
	dev.stand.	u.m.	0,3	18	1,8	2,4	0,2	1,0	0,36	1,04	3,6	2,6	4,7
	coeff.var.	%	3	15	25	20	25	23	39	16	9	11	13
20.2	1	60	8,2	90,6	3,3	14,3	0,6	1,7	0,7	7,0	49,6	19,1	31,3
20.2	2	60	8,2	89,3	8,4	5,6	0,5	3,3	0,4	5,2	42,7	19,9	37,4
20.2	3	60	8,3	75,4	5,0	17,5	0,6	2,7	0,5	5,2	52,1	15,9	32,0
20.2	4	60	8,4	86,1	8,0	8,2	0,6	3,9	0,4	4,4	36,7	28,7	34,5
20.2	5	60	8,2	70,9	5,4	8,3	0,4	3,0	0,4	5,5	35,5	23,0	41,5
	media	u.m.	8,3	82	6,0	10,8	0,5	2,9	0,46	5,43	43,3	21,3	35,3
	dev.stand.	u.m.	0,1	9	2,1	5,0	0,1	0,8	0,12	0,97	7,5	4,9	4,2
	coeff.var.	%	1	11	35	46	13	27	25	18	17	23	12
20.2	1	100	8,2	95,2	3,8	11,0	0,6	2,1	0,5	5,9	49,1	25,0	25,9
20.2	2	100	8,2	82,4	10,5	7,8	0,5	3,1	0,4	4,9	44,1	20,2	35,6
20.2	3	100	8,2	81,5	8,2	8,8	0,6	1,8	0,4	4,4	47,6	17,2	35,2
20.2	4	100	8,2	83,3	8,1	6,1	0,6	2,1	0,4	4,6	36,5	26,5	37,1
20.2	5	100	8,3	69,2	3,5	9,5	0,3	2,2	0,2	4,1	27,5	17,7	54,8
	media	u.m.	8,2	82	6,8	8,7	0,5	2,3	0,39	4,74	41,0	21,3	37,7
	dev.stand.	u.m.	0,0	9	3,0	1,8	0,1	0,5	0,11	0,70	9,0	4,2	10,5
	coeff.var.	%	0	11	45	21	23	21	29	15	22	20	28

Tabella 2.9: Analisi della variabilità delle principali caratteristiche dei terreni prelevati presso l'Azienda Casa Vinicola Melini all'interno del sito di osservazione 20.2.

Variabilità all'interno del sito 20.3

In **Tabella 2.10** sono riassunti i valori delle analisi dei terreni prelevati nelle 5 aree di saggio del sito 20.3 (Casa Vinicola Melini).

In questo sito la variabilità dei dati è risultata più contenuta (indipendentemente dagli orizzonti considerati) e sullo stesso livello di quella rilevata nei siti 20.1, 11.1 e 11.3. Decisamente meno variabili sono risultate la tessitura, l'azoto totale, il calcare attivo, la CE e il pH.

La CSC (comunque apprezzabile in valori assoluti), il fosforo assimilabile e la percentuale di sostanza organica (anche in questo caso decisamente molto bassa in valori assoluti) sono risultate le caratteristiche chimiche del terreno maggiormente variabili in tutti gli orizzonti, ad eccezione della sostanza organica relativamente omogenea nei primi due strati di terreno considerati.

MELINI sito	Aree	Prof. cm	pH	Conducib. elettrica µS/cm	Calcare attivo %	Capacità s. cationico meq/100 g	N totale ‰	P assim. ppm	Sostanza organica %	C/N	Argilla %	Limo %	Sabbia %
20.3	1	20	8,1	93,4	9,7	14,6	0,9	3,2	0,8	5,5	42,3	24,4	33,4
20.3	2	20	8,0	102,8	9,8	10,6	1,0	5,4	0,8	4,9	36,9	33,4	29,7
20.3	3	20	8,2	79,1	7,2	9,6	1,0	3,0	0,8	5,2	46,5	30,6	22,9
20.3	4	20	8,1	106,0	8,4	16,4	1,3	6,3	1,0	5,3	39,9	29,0	31,1
20.3	5	20	8,2	97,9	9,0	10,2	1,1	4,0	0,7	4,5	37,1	32,1	30,8
	media	u.m.	8,1	96	8,8	12,3	1,0	4,4	0,81	5,06	40,6	29,9	29,6
	dev.stand.	u.m.	0,1	11	1,1	3,0	0,1	1,4	0,13	0,38	4,0	3,5	4,0
	coeff.var.	%	1	11	12	25	14	33	16	8	10	12	13
20.3	1	60	8,3	79,1	9,0	8,8	0,8	2,0	0,6	4,3	39,3	31,1	29,5
20.3	2	60	8,2	79,5	12,0	6,6	0,7	2,3	0,5	4,8	34,7	37,1	28,1
20.3	3	60	8,3	72,0	7,7	9,0	0,8	1,7	0,6	4,8	41,7	33,2	25,1
20.3	4	60	8,4	61,9	8,7	14,7	0,9	1,3	0,8	5,4	41,0	26,9	32,1
20.3	5	60	8,4	70,0	7,1	10,1	1,0	3,4	0,6	3,9	37,1	29,9	33,0
	media	u.m.	8,3	73	8,9	9,8	0,8	2,1	0,61	4,65	38,8	31,7	29,6
	dev.stand.	u.m.	0,1	7	1,9	3,0	0,1	0,8	0,09	0,53	2,9	3,8	3,2
	coeff.var.	%	1	10	21	30	12	37	14	11	7	12	11
20.3	1	100	8,2	77,9	9,8	17,6	0,8	2,4	0,4	3,1	45,4	35,8	18,9
20.3	2	100	8,3	79,5	10,9	8,5	0,8	1,4	0,6	5,1	40,4	32,0	27,6
20.3	3	100	8,3	73,2	7,1	11,0	0,8	1,6	0,5	4,1	43,3	28,0	28,7
20.3	4	100	8,3	80,8	9,5	13,8	0,7	2,9	0,6	6,0	36,6	32,2	31,2
20.3	5	100	8,3	65,9	6,2	10,8	1,0	3,1	0,8	5,1	38,8	27,8	33,5
	media	u.m.	8,3	75	8,7	12,4	0,8	2,3	0,58	4,68	40,9	31,2	28,0
	dev.stand.	u.m.	0,1	6	2,0	3,5	0,1	0,8	0,14	1,08	3,5	3,3	5,6
	coeff.var.	%	1	8	23	28	13	34	24	23	9	11	20

Tabella 2.10: Analisi della variabilità delle principali caratteristiche dei terreni prelevati presso l'Azienda Casa Vinicola Melini all'interno del sito di osservazione 20.3.

AZIENDA FATTORIA VECCHIA ROCCA

Inquadramento pedologico secondo la Carta dei Suoli della Regione Toscana:
- Soil "Region": 61.3
- Sistema: 61.3 D
- Unità cartografica: 15 SGI1_PIE1_SQR1 **(Figura 2.22)**

Figura 2.22: Inquadramento geologico dell'Azienda Agricola Fattoria Vecchia Rocca..

I suoli di questa "Regione pedologica" hanno geologia caratterizzata da Sedimenti marini del pliocene e del pleistocene e sedimenti alluvionali dell'olocene e trovano nell'erosione, nella pendenza e nell'eccesso di argilla e rocce calcaree le principali limitazioni agronomiche.

Presso l'Azienda Fattoria Vecchia Rocca sono stati individuati 2 siti codificati con la sigla **FVR-A** (in alto nella **Figura 2.23**) e **FVR-B** (in basso nella **Figura 2.23**) e per ciascuno di essi sono state individuate 5 aree di saggio come rappresentato dai segnapunti in **Figura 2.23**. I segnapunti rossi indicano le aree di saggio in corrispondenza delle quali è stata effettuata anche l'analisi del profilo. Ogni area di saggio è stata geo-referenziata (**Tabella 2.11**). Il territorio dell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca è interessato da due formazioni geologiche; il vigneto **FVR-A** è caratterizzato da un substrato geologico costituito da depositi marini pliocenici a granulometria sabbioso limosa (in **Figura 2.22** – sigla PLIs). Danno origine ad un paesaggio costituito da versanti moderatamente pendenti, talvolta con fenomeni erosivi anche di notevole entità data l'alta erodibilità del substrato e da sommità convesse di ridotte dimensioni; l'uso del suolo costituito prevalentemente da vigneto, oliveto, seminativo e

secondariamente a bosco di latifoglie. I suoli sono riferibili alla tipologia San Gimignano (SGI1) del Catalogo Regionale dei suoli, abbastanza diffusa nel territorio, seppur i suoli rilevati a Fattoria Vecchia Rocca mostrino minori contenuti in argilla. Il vigneto **FVR-B** è caratterizzato invece da depositi marini pliocenici a granulometria argillosa e limosa (in **Figura 2.22** – sigla FAAb). Questi danno origine ad un paesaggio costituito da versanti debolmente pendenti, ondulati con movimenti di massa; l'uso del suolo è costituito prevalentemente da seminativo e secondariamente da vigneto e oliveto. I suoli sono riferibili alla tipologia San Quirico (SQR1) del Catalogo Regionale dei suoli, una tipologia abbastanza diffusa nel territorio, dalla quale differiscono per avere una tessitura maggiormente sabbiosa.

Figura 2.23: Vista aerea dell'Azienda Agricola Fattoria Vecchia Rocca con identificazione dei 2 siti prescelti per le attività del progetto.

SITO	AREA DI SAGGIO	LATITUDINE N	LONGITUDINE E
A	1	43°30'35.50"	11° 7'8.35"
A	2	43°30'37.45"	11° 7'9.39"
A	3	43°30'38.20"	11° 7'10.48"
A	4	43°30'39.69"	11° 7'11.40"
A	5	43°30'40.56"	11° 7'12.44"
B	1	43°30'31.05"	11° 7'10.17"
B	2	43°30'31.12"	11° 7'11.29"
B	3	43°30'31.22"	11° 7'12.21"
B	4	43°30'31.38"	11° 7'13.23"
B	5	43°30'31.21"	11° 7'14.46"

Tabella 2.11: Azienda Fattoria Vecchia Rocca – Geo-referenziazione delle aree di saggio (evidenziate in giallo le aree in corrispondenza delle quali è stato analizzato il profilo pedologico).

Descrizione dei profili - Fattoria Vecchia Rocca

PROFILO FVR-A (Figura 2.24)

Altitudine: 103 m slm; Pendenza: 22%; Esposizione: Sud; Morfologia: versante lineare, parte medio bassa; Materiale parentale: sabbie marine plioceniche; Rocciosità: assente; Pietrosità: assente; Uso del suolo: vigneto.

Classificazione
- Soil Taxonomy (ed. 2010): Typic Haplustepts, coarse loamy, mixed, superactive, mesic
- FAO-WRB (ed. 2014): Calcaric Cambisol.

A: 0 – 25 cm. Poco umido; colore da grigio bruno a bruno oliva chiaro (2.5Y 5/3); masse di ferro ridotto piccole, scarse, di colore grigio (2,5Y 5/1); scheletro assente; tessitura di campagna franca; resistenza alla rottura: resistente; poco adesivo, poco plastico; struttura poliedrica subangolare fine moderatamente sviluppata;
pori molto fini scarsi; radici fini e medie scarse; effervescenza violenta. Limite inferiore chiaro lineare.

Bw1: 25 – 65 cm. Poco umido; colore bruno oliva chiaro (2.5Y 5/4); scheletro assente; tessitura di campagna franco sabbiosa; resistenza alla rottura: poco resistente; non adesivo, non plastico; struttura poliedrica sub angolare media moderatamente sviluppata; concentrazioni soffici di carbonato di calcio, piccole, scarse; pori fini e medi comuni; radici medie comuni; effervescenza violenta. Limite inferiore graduale irregolare.

Bw2: 65 – 120 cm. Poco umido; colore da bruno oliva chiaro (2.5Y 5/6); scheletro assente; tessitura di campagna franca; resistenza alla rottura: friabile; non adesivo, non plastico; struttura poliedrica sub angolare media fortemente sviluppata; concentrazioni soffici di carbonato di calcio, piccole, scarse; pori fini e medi comuni; radici fini scarse; effervescenza violenta. Limite inferiore sconosciuto.

PROFILO FVR-B (Figura 2.25)

Altitudine: 95 m slm; Pendenza: 25 %; Esposizione: Nord - Nord Ovest; Morfologia: versante ondulato, parte medio bassa Materiale parentale: limi argillosi marini pliocenici; Rocciosità: assente; Pietrosità: assente; Uso del suolo: vigneto.

Classificazione

Soil Taxonomy (ed. 2010): Aquic Haplustepts, fine silty, mixed, superactive, mesic

FAO-WRB (ed. 2014): Stagni Calcaric Cambisol.

A: 0 – 30 cm. Poco umido; colore da grigio bruno a bruno oliva chiaro (2.5Y 5/3); masse di ferro ridotto piccole, scarse, di colore grigio (2,5Y 5/1); scheletro assente; tessitura di campagna franco limoso argillosa; resistenza alla rottura: estremamente resistente; adesivo, plastico; struttura poliedrica sub angolare media debolmente sviluppata; fessurazioni di 5mm; pori molto fini scarsi; radici fini comuni; effervescenza violenta. Limite inferiore chiaro lineare.

Bw: 30 – 70 cm. Umido; colore bruno oliva chiaro (2.5Y 5/4); masse di ferro ridotto piccole, comuni, di colore grigio (2,5Y 5/1) e masse di ferro ossidato piccole comuni di colore bruno oliva chiaro (2.5Y 5/6); scheletro assente; tessitura di campagna franco limoso argillosa; resistenza alla rottura: resistente; adesivo, plastico; struttura poliedrica sub angolare media debolmente sviluppata; concentrazioni soffici e dure di carbonato di calcio, piccole, scarse; fessurazioni di 5mm; pori molto fini e fini scarsi; radici medie scarse; effervescenza violenta. Limite inferiore graduale lineare.

Bg: 70 – 120 cm. Umido; colore oliva (5Y 5/3); masse di ferro ridotto piccole, frequenti, di colore grigio oliva (5Y 5/2) e masse di ferro ossidato piccole comuni di colore bruno giallastro scuro (10YR 4/6); scheletro assente; tessitura di campagna franco limoso argillosa; resistenza alla rottura: resistente; adesivo, plastico; struttura poliedrica sub angolare media fortemente sviluppata; concentrazioni soffici e dure di carbonato di calcio, piccole, scarse; pori fini scarsi; radici fini scarse; effervescenza violenta. Limite inferiore sconosciuto.

DIFFERENZE TRA SITI

In **Tabella 2.12** sono sintetizzati i valori medi delle analisi dei terreni prelevati nelle 5 aree di saggio nel sito **FVR-A** e nel sito **FVR-B**. I dati elementari sono stati sottoposti all'analisi della varianza al fine di evidenziare eventuali differenze statisticamente significative tra i siti considerati.

F. V. R. siti	profond. media cm	pH	conducibilità elettrica µS/cm	calcare attivo %	capacità s. cationico meq/100 g	N totale ‰	P assim. ppm	Sostanza organica %	C/N	Argilla %	Limo %	Sabbia %
A	20	8,0	66,2	7,1	4,4	1,0	2,9	1,5	10,1	19,0	26,0	55,0
B	20	7,8	71,9	8,2	5,4	1,0	1,9	1,5	9,2	26,5	36,6	36,9
P value		*.22*	*.68*	*.97*	*.99*	*.66*	*.03 **	*.36*	*.05*	*1.00*	*1.00*	*.00 ****
A	60	8,1	56,8	7,0	5,0	0,6	1,6	0,9	8,9	19,7	27,3	53,0
B	60	7,9	74,2	8,4	5,3	0,7	1,2	0,9	8,0	30,0	37,8	32,2
P value		*.17*	*.95*	*.93*	*.71*	*.75*	*.08*	*.48*	*.23*	*.99*	*1.00*	*.00 ****
A	100	8,1	74,9	8,2	6,0	0,5	1,4	0,5	6,6	24,2	33,0	42,8
B	100	7,8	78,0	7,9	4,7	0,7	2,0	0,9	7,3	26,4	42,0	31,6
P value		*.06*	*.64*	*.25*	*.01 ***	*.99*	*.87*	*.98*	*.87*	*.69*	*.99*	*.07*

Tabella 2.12: Confronto tra le principali caratteristiche dei terreni prelevati nei due siti analizzati presso l'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (F.V.R.).

L'analisi della varianza, condotta separatamente per profondità, evidenzia alcune importanti differenze tra i siti considerati sia in termini di caratteristiche fisiche dei terreni che chimiche. In particolare, per quanto attiene alla tessitura.

Il sito **FVR-A** è risultato decisamente più sabbioso del sito **FVR-B** nei due orizzonti più superficiali mentre in profondità, pur evidenziandosi ancora questa tendenza, la differenza tra i due siti non è risultata significativa dal punto di vista statistico.

Un'altra caratteristica statisticamente influenzata dal sito, è risultata la concentrazione di P assimilabile (secondo il metodo Olsen) nei primi 40 cm di profondità, risultata decisamente superiore nel sito A. In generale, i valori di questo parametro sono risultati comunque molto bassi sia tra i siti che tra le tre profondità considerate.

Nessuna differenza statisticamente significativa tra i siti è stata rilevata a carico del pH (comunque sub-alcalino), conducibilità elettrica (dai valori assoluti decisamente trascurabili), calcare attivo (in assoluto moderato), capacità di scambio cationico (decisamente bassa in entrambi i siti e in tutti gli strati di terreno considerati), l'azoto totale (su valori medi nello strato superficiale e decisamente bassi nei due più profondi), la sostanza organica (con concentrazioni appena apprezzabili nello strato più superficiale ma decisamente insufficienti nei due più profondi) e del rapporto

C/N, inferiore alla media dei terreni agricoli italiani negli strati più profondi; il fenomeno sembra ricollegabile alla drastica riduzione del C organico in quegli orizzonti.

VARIABILITÀ ALL'INTERNO DEI SITI

Variabilità all'interno del sito FVR-A

In **Tabella 2.13** sono riassunti i valori delle analisi dei terreni prelevati nelle 5 aree di saggio del sito **FVR-A**. I dati elementari sono stati analizzati con l'obiettivo di valutare la variabilità esistente all'interno di ciascun sito utilizzando come "indicatore" il coefficiente di variazione calcolato come rapporto tra la deviazione standard del set di dati e la sua media.

La variabilità dei dati è risultata in genere superiore nello strato più profondo del terreno. Tra le caratteristiche fisiche del terreno, la percentuale in sabbia è risultata abbastanza variabile nello strato più profondo del sito **FVR-A**, soprattutto a causa

F. V. R. sito	Aree	Prof. cm	pH	Conducib. elettrica µS/cm	Calcare attivo %	Capacità s. cationico meq/100 g	N totale ‰	P assim. ppm	Sostanza organica %	C/N	Argilla %	Limo %	Sabbia %
A	1	20	8,1	105	7,7	4,4	1,11	3,9	1,71	9,7	21,4	30,5	48,1
A	2	20	8,2	71	8,3	5,1	0,92	3,6	1,46	10,0	23,1	25,7	51,2
A	3	20	8,3	23	3,6	5,1	0,85	2,9	1,49	11,1	12,9	21,2	66,0
A	4	20	7,8	70	8,5	3,4	0,93	2,0	1,37	9,3	20,9	27,4	51,7
A	5	20	7,7	62	7,7	4,1	0,97	2,1	1,62	10,5	16,5	25,0	58,5
	media	u.m.	8,0	66	7,1	4,4	0,96	2,9	1,53	10,1	19,0	26,0	55,1
	dev.stand.	u.m.	0,2	29	2,0	0,7	0,10	0,9	0,13	0,7	4,2	3,4	7,2
	coeff.var.	%	3	44	28	16	10	30	9	7	22	13	13
A	1	60	8,3	63	7,8	4,9	0,75	1,3	0,94	7,9	23,4	30,1	46,6
A	2	60	8,2	73	9,3	5,5	0,67	1,5	1,07	10,1	23,6	31,5	44,9
A	3	60	8,3	17	2,3	5,5	0,63	2,4	0,97	9,7	16,1	23,6	60,3
A	4	60	8,0	67	8,1	4,6	0,57	1,7	0,84	9,3	18,1	26,5	55,4
A	5	60	7,7	64	7,5	4,6	0,58	1,2	0,70	7,6	17,5	24,9	57,6
	media	u.m.	8,1	57	7,0	5,0	0,64	1,6	0,90	8,9	19,7	27,3	53,0
	dev.stand.	u.m.	0,3	23	2,7	0,4	0,07	0,5	0,14	1,1	3,5	3,4	6,8
	coeff.var.	%	3	40	39	9	11	30	15	12	18	12	13
A	1	100	8,2	70	8,8	5,1	0,62	1,8	0,62	6,3	26,3	31,1	42,6
A	2	100	8,2	122	10,1	7,0	0,39	0,7	0,39	6,3	24,8	36,7	38,4
A	3	100	8,4	17	4,8	7,0	0,48	2,4	0,52	6,8	15,7	22,2	62,1
A	4	100	8,0	75	8,7	5,5	0,48	1,3	0,57	7,5	24,7	32,0	43,3
A	5	100	7,8	91	8,5	5,3	0,41	0,7	0,39	6,0	29,7	42,9	27,4
	media	u.m.	8,1	75	8,2	6,0	0,48	1,4	0,50	6,6	24,2	33,0	42,8
	dev.stand.	u.m.	0,2	38	2,0	1,0	0,09	0,7	0,10	0,6	5,2	7,6	12,5
	coeff.var.	%	3	51	24	16	19	54	21	9	21	23	29

Tabella 2.13: Analisi della variabilità delle principali caratteristiche dei terreni prelevati presso l'Azienda Fattoria Vecchia Rocca all'interno del sito di osservazione FVR-A.

del valore registrato nell'area di saggio 3, decisamente più elevato rispetto alla media del sito a quella profondità. Le caratteristiche chimiche relativamente stabili sono risultate: il pH, la capacità di scambio cationico, l'azoto totale, la sostanza organica e conseguentemente il rapporto C/N.

Di contro, sono risultati decisamente variabili i dati relativi alla conducibilità elettrica (pur in un intervallo di valori assoluti bassissimi), il calcare attivo (variabilità condizionata dai bassi valori dell'area di saggio n.3) e la concentrazione di fosforo assimilabile (anche in questo caso la variabilità è risultata connessa ai maggiori valori di P ass. osservata nell'area di saggio n.3 in tutti gli orizzonti rispetto alla media).

Variabilità all'interno del sito B

In **Tabella 2.14** sono riassunti i valori delle analisi dei terreni prelevati nelle 5 aree di saggio del sito **FVR-B**.

Anche all'interno di questo sito, la variabilità dei dati è risultata, in genere, legger-

F. V. R. sito	Aree	Prof. cm	pH	Conducib. elettrica µS/cm	Calcare attivo %	Capacità s. cationico meq/100 g	N totale ‰	P assim. ppm	Sostanza organica %	C/N	Argilla %	Limo %	Sabbia %
B	1	20	7,4	74	8,5	5,7	1,25	1,7	2,00	10,1	27,5	39,5	33,0
B	2	20	7,6	85	8,1	5,4	0,89	1,7	1,17	8,3	28,4	35,6	36,0
B	3	20	8,3	15	6,1	6,1	1,16	2,9	1,68	9,2	24,2	33,8	42,1
B	4	20	7,9	100	9,4	5,0	1,09	1,2	1,44	8,3	28,1	37,7	34,1
B	5	20	7,6	85	9,0	4,6	0,64	1,7	1,04	10,1	24,4	36,5	39,1
	media	u.m.	7,8	72	8,2	5,4	1,01	1,9	1,46	9,2	26,5	36,6	36,9
	dev.stand.	u.m.	0,3	33	1,3	0,6	0,24	0,6	0,39	0,9	2,1	2,2	3,7
	coeff.var.	%	4	46	15	11	24	35	26	10	8	6	10
B	1	60	7,6	77	8,1	5,7	0,94	1,2	1,35	9,1	29,4	42,2	28,4
B	2	60	8,3	79	8,3	4,20	0,51	0,9	0,50	6,2	27,4	36,2	36,4
B	3	60	8,4	14	4,8	4,8	0,90	1,9	1,15	8,0	29,3	32,5	38,3
B	4	60	7,7	93	10,4	5,91	0,57	0,7	0,58	6,4	29,4	39,6	30,9
B	5	60	7,7	109	10,3	5,8	0,55	1,5	0,89	10,1	34,5	38,5	27,0
	media	u.m.	7,9	74	8,4	5,3	0,69	1,2	0,89	8,0	30,0	37,8	32,2
	dev.stand.	u.m.	0,4	36	2,2	0,8	0,21	0,5	0,36	1,7	2,6	3,7	4,9
	coeff.var.	%	5	48	27	14	30	37	41	21	9	10	15
B	1	100	7,6	73	7,2	4,2	0,97	2,2	1,34	8,7	29,5	44,9	25,6
B	2	100	7,6	101	9,2	5,35	0,90	2,1	1,00	7,0	28,6	41,0	30,4
B	3	100	8,4	14	4,9	4,9	0,76	1,4	0,77	6,4	29,4	36,2	34,4
B	4	100	7,7	103	9,1	4,64	0,66	2,0	0,72	6,9	26,4	41,7	31,9
B	5	100	7,9	98	9,1	4,6	0,45	2,2	0,55	7,7	17,9	46,1	36,0
	media	u.m.	7,8	78	7,9	4,7	0,75	2,0	0,87	7,3	26,4	42,0	31,7
	dev.stand.	u.m.	0,4	38	1,9	0,4	0,21	0,3	0,31	0,9	4,9	3,9	4,0
	coeff.var.	%	4	48	24	9	28	17	35	12	18	9	13

Tabella 2.14: Analisi della variabilità delle principali caratteristiche dei terreni prelevati presso l'Azienda Fattoria Vecchia Rocca all'interno del sito di osservazione FVR-B.

mente superiore nello strato più profondo del terreno.
A differenza del sito **FVR-A**, le caratteristiche fisiche del terreno sono risultate sufficientemente stabili.
Le caratteristiche chimiche relativamente più stabili sono risultate: il pH, la capacità di scambio cationico e il rapporto C/N.

Anche all'interno del sito **FVR-B**, sono risultati invece decisamente variabili i dati relativi alla conducibilità elettrica (ancorché su valori bassissimi) e il calcare attivo. Per questi parametri la variabilità è stata influenzata dai bassi valori dell'area di saggio n.3. Anche la variabilità della concentrazione del fosforo assimilabile, dell'azoto totale e della sostanza organica è stata condizionata dai valori "anomali" dell'area di saggio n.3.

2.1.4 VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI AGRONOMICI ED ENOLOGICI

CASA VINICOLA MELINI

Nei paragrafi che seguono sono riportati i risultati **agronomici ed enologici** ottenuti nell'ambito dell'*Azione 2* del Progetto *"Innovazioni tecnologiche per una vitivinicoltura di territorio altamente sostenibile – In.Vi.T.a.S."*, promosso a contributo nell'ambito del PSR Toscana, 2014 – 2020, sottomisura 16.2, Progetti Integrati di Filiera.
I risultati riportati di seguito riguardano i dati ottenuti nell'Azienda "Casa Vinicola Melini" sita a Gaggiano (SI). La valutazione ha riguardato due vigneti: il numero **20 AB1** e il numero **11**, secondo la numerazione dell'Azienda. Per ciascun vigneto sono stati individuati 3 siti, caratterizzati da viti con diversi livelli di vigoria (alta, media, bassa), come riportato in **Tabella 2.15**.

VIGNETO	SITO	VIGORIA
20 AB1	20.1	ALTA
	20.2	BASSA
	20.3	MEDIA
11	11.1	ALTA
	11.2	BASSA
	11.3	MEDIA

Tabella 2.15: Suddivisione aree soggette a zonazione sito specifica nell'Azienda Casa Vinicola Melini (Gaggiano - SI).

Fasi fenologiche

2016

Nell'annata 2016, dal rilievo delle fasi fenologiche nel **vigneto 20 AB1**, non emergono differenze in relazione alla data di inizio germogliamento (25 Marzo), mentre il principio della fioritura è stato dapprima registrato nel sito 20.2 a bassa vigoria, seguito 3 e 6 giorni dopo dal sito a media (20.3) e ad alta vigoria (20.1), rispettivamente. Un andamento analogo è stato riscontrato anche nel raggiungimento della piena invaiatura con un intervallo di 7 giorni tra il sito a bassa e quello ad alta vigoria (**Tabella 2.16**).
Nel caso del **vigneto 11**, non sono emerse differenze marcate tra i diversi siti in relazione alle fasi fenologiche di inizio germogliamento e fioritura. Tuttavia, il sito 11.2, a bassa vigoria, ha raggiunto la piena invaiatura 3 e 5 giorni prima del sito 11.3 (media vigoria) e 11.1 (alta vigoria), rispettivamente (**Tabella 2.16**).

VIGNETO	20 AB1			11		
SITI	20.1	20.2	20.3	11.1	11.2	11.3
Inizio germogliamento (10% gemme schiuse; Fase B di Baggiolini)	25-mar	25-mar	25-mar	22-mar	21-mar	22-mar
Inizio fioritura (10% fiori aperti)	27-mag	21-mag	24-mag	22-mag	21-mag	22-mag
Invaiatura: fase piena (> 50%)	30-lug	23-lug	25-lug	25-lug	20-lug	23-lug

Tabella 2.16: Fasi fenologiche della vite nelle aree soggette a zonazione sito specifica nell'Azienda Casa Vinicola Melini (Gaggiano – SI), annata 2016.

2017

Nel 2017, in entrambi i vigneti oggetto della prova, è emerso un anticipo generale della fase di inizio germogliamento e piena invaiatura rispetto all'annata precedente. Tuttavia, l'inizio fioritura, come nel 2016, è stato registrato all'inizio della terza decade di maggio (**Tabella 2.16 e Tabella 2.17**).

Nel **vigneto 20 AB1** l'inizio del germogliamento è stato osservato dapprima nel sito ad alta vigoria (8 marzo), seguito dopo 2 giorni dal sito a media (20.3) e dopo 5 giorni da quello a bassa vigoria (20.2). Analogamente al 2016, la fase di piena invaiatura è stata raggiunta inizialmente dal sito a bassa vigoria (14 luglio), seguito 3 e 6 giorni dopo da quello a media e alta vigoria rispettivamente (**Tabella 2.17**).

Nel **vigneto 11**, non sono emerse differenze relative alle fasi di inizio germogliamento e fioritura tra i diversi siti, similmente a quanto osservato nel 2016. Inoltre, in modo analogo all'annata precedente, il sito 11.2, a bassa vigoria, ha raggiunto la piena invaiatura 2 e 5 giorni prima del sito 11.3 (media vigoria) e 11.1 (alta vigoria), rispettivamente (**Tabella 2.17**).

In generale, indipendentemente dall'annata e dal vigneto, i siti a bassa vigoria sono stati i primi a raggiungere la piena invaiatura (**Tabella 2.17**).

VIGNETO	20 AB1			11		
SITI	20.1	20.2	20.3	11.1	11.2	11.3
Inizio germogliamento (10% gemme schiuse; Fase B di Baggiolini)	8-mar	13-mar	10-mar	17-mar	17-mar	17-mar
Inizio fioritura (10% fiori aperti)	23-mag	22-mag	22-mag	22-mag	22-mag	23-mag
Invaiatura: fase piena (> 50%)	20-lug	14-lug	17-lug	17-lug	13-lug	15-lug

Tabella 2.17: Fasi fenologiche della vite nelle aree soggette a zonazione sito specifica nell'Azienda Casa Vinicola Melini (Gaggiano – SI), annata 2017.

Curve di maturazione

2016

Nel 2016, in data 30 agosto, le uve dei diversi siti **del vigneto 20 AB1**, presentavano valori simili di zuccheri (20 Brix) (**Figura 2.26**).

In fase di raccolta si è, invece, evidenziata una maggiore velocità di maturazione della bacca nelle tesi ad alta e a bassa vigoria, che ha determinato un più rapido incremento di zuccheri (**Figura 2.26**). Al contrario, le uve del sito a media vigoria sono pervenute alla stessa concentrazione di zuccheri in un arco di tempo più ampio (circa 10 giorni). Le bacche del sito a bassa vigoria, hanno raggiunto i più alti valori di tale parametro, seguite da quelle del sito ad alta e a media vigoria (- 1,3 Brix). Per questo, nella prima annata, le uve sono state vendemmiate in date diverse all'interno dello stesso vigneto, con un intervallo di 10 giorni tra il sito 20.1 ed il 20.3. Il sito ad alta vigoria è stato, infatti, raccolto il 20 settembre, quello a bassa il 25, mentre quello a media il 30 (**Tabella 2.12**).

Nell'annata 2016, nel **vigneto 20 AB1**, le uve del sito ad alta vigoria hanno mostrato i più alti valori di acidità totale (7,74 g/L), seguite da quelle del sito a media (7,18 g/L) e a bassa vigoria (6,81 g/L) (**Figura 2.27, Tabella 2.18**). Le uve del sito a bassa vigoria hanno mostrato alla raccolta i più alti valori di pH (3,32), seguite dalle uve del sito a media (3,29) e a alta vigoria (3,24) (**Figura 2.28**). Il peso medio della bacca alla raccolta è risultato più alto nel sito ad alta vigoria (1,92 g), seguito da quello a bassa (1,85 g) e a media vigoria (1,78 g). L'analisi dei polifenoli totali e degli antociani della bacca alla raccolta ha rivelato concentrazioni più elevate nel sito a media vigoria, seguite da quello a bassa e ad alta vigoria (**Tabella 2.18**).

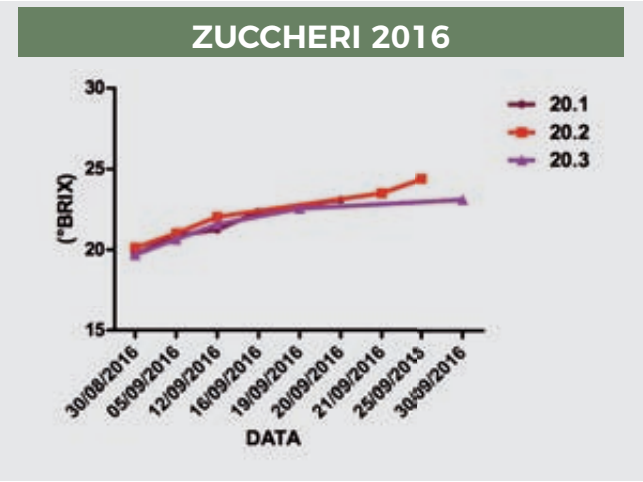


Figura 2.26: Andamento della concentrazione dei zuccheri nella bacca di uve provenienti dai siti 20.1 (alta vigoria), 20.2 (bassa vigoria), 20.3 (media vigoria) del vigneto 20.AB1 dell'Azienda Casa Vinicola Melini, Gaggiano – SI, annata 2016.

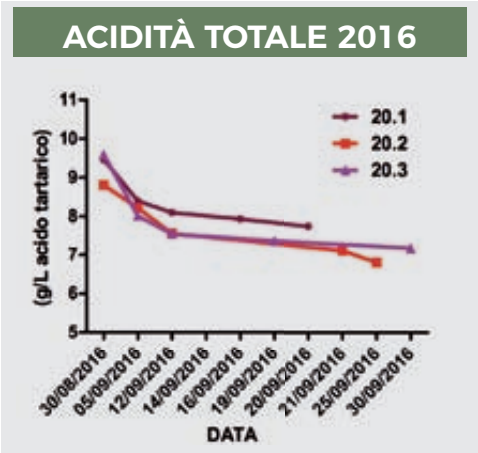


Figura 2.27: Andamento dell'acidità totale (g/L di acido tartarico) nella bacca di uve provenienti dai siti 20.1 (alta vigoria), 20.2 (bassa vigoria), 20.3 (media vigoria) del vigneto 20 AB1 dell'Azienda Casa Vinicola Melini, Gaggiano – SI, annata 2016.

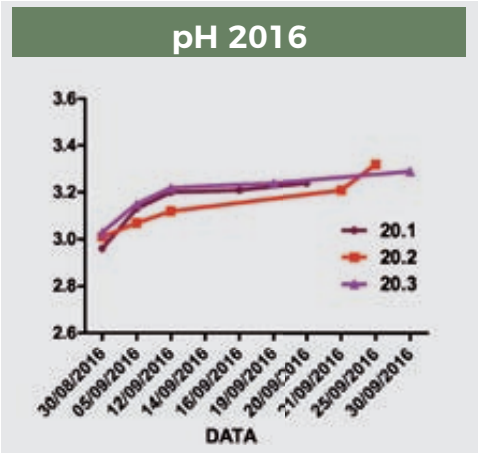


Figura 2.28: Andamento del pH nella bacca di uve provenienti dai siti 20.1 (alta vigoria), 20.2 (bassa vigoria), 20.3 (media vigoria) del vigneto 20 AB1 dell'Azienda Casa Vinicola Melini, Gaggiano – SI, annata 2016.

Alla raccolta (16/09/2016), **nel vigneto 11**, le uve del sito 11.2, che si connotava per la bassa vigoria delle viti, hanno raggiunto valori più alti di zuccheri rispetto al sito a 11.3 a media (+3,2 Brix) ed il sito 11.1 ad alta vigoria (+4,11) (**Figura 2.29, Tabella 2.18**). Analogamente, a quanto osservato **nel vigneto 20 AB1**, le uve del sito ad alta vigoria hanno presentato i più alti livelli di acidità totale (7,11 g/L), seguite da quelle del sito a media (6,97 g/L) e a bassa vigoria (6,03 g/L) (**Figura 2.30**). Nel **vigneto 11**, similmente al **20 AB1**, le uve del sito a bassa vigoria han-

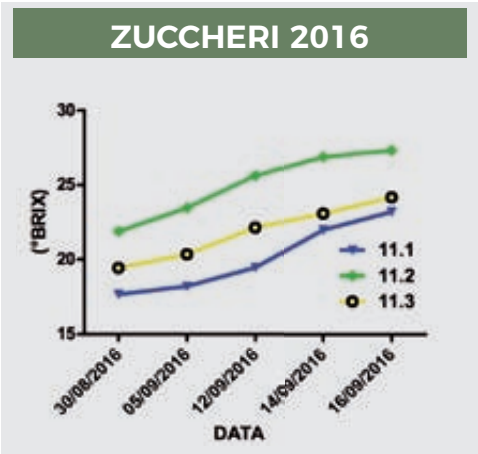


Figura 2.29: Andamento della concentrazione dei zuccheri (°Brix) nella bacca di uve provenienti dai siti 11.1 (alta vigoria), 11.2 (bassa vigoria), 11.3 (media vigoria) del vigneto 11 dell'Azienda Casa Vinicola Melini, Gaggiano – SI, annata 2016..

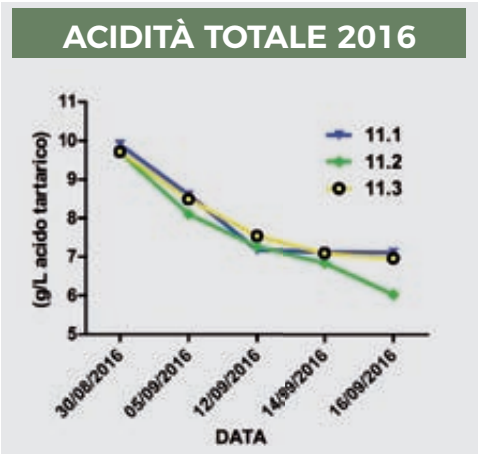


Figura 2.30: Andamento dell'acidità totale (g/L di acido tartarico) nella bacca di uve provenienti dai siti 11.1 (alta vigoria), 11.2 (bassa vigoria), 11.3 (media vigoria) del vigneto 11 dell'Azienda Casa Vinicola Melini, Gaggiano – SI, annata 2016.

no mostrato i più alti valori di pH (3,38), seguite da quelle del sito a media (3,28) e a alta vigoria (3,07) (**Figura 2.31**). Il peso medio della bacca alla raccolta è risultato più alto nel sito ad alta vigoria (2,04 g), seguito da quello a bassa (1,94 g) e a media vigoria (1,85 g) (**Tabella 2.18**). I polifenoli totali hanno presentato concentrazioni più alte nelle bacche delle viti ad alta vigoria, seguite da quelle delle tesi a bassa e media vigoria. I livelli più elevati di antociani alla raccolta sono stati riscontrati nel sito a media vigoria, seguito da quello a bassa e ad alta vigoria (**Tabella 2.18**).

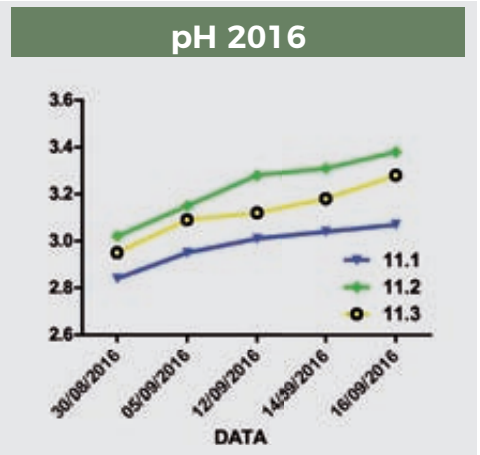


Figura 2.29: Andamento del pH nella bacca di uve provenienti dai siti 11.1 (alta vigoria), 11.2 (bassa vigoria), 11.3 (media vigoria) del vigneto 11 dell'Azienda Casa Vinicola Melini, Gaggiano – SI, annata 2016.

VIGNETO	SITO	Raccolta	Zuccheri (°Brix)	Acidità totale (g/L)	pH	Peso acino (g)	Polifenoli totali (mg/L)	Antociani (mg/L)
20 AB1	20.1	20-set	23,1	7,74	3,24	1,92	5842	2510
	20.2	25-set	24,4	6,81	3,32	1,85	6240	2706
	20.3	30-set	23,1	7,18	3,29	1,78	6638	2900
11	11.1	16-set	23,2	7,11	3,07	2,04	6339	2183
	11.2	16-set	27,3	6,03	3,38	1,94	6155	2318
	11.3	16-set	24,2	6,97	3,28	1,85	5972	2454

Tabella 2.18: Caratteristiche qualitative di uve Sangiovese provenienti dai siti 20.1 (alta vigoria), 20.2 (bassa vigoria), 20.3 (media vigoria) del vigneto 20 AB1; 11.1 (alta vigoria), 11.2 (bassa vigoria), 11.3 (media vigoria) del vigneto 11 dell'Azienda Casa Vinicola Melini, Gaggiano – SI, annata 2016.

2017

Nell'annata 2017, la determinazione dei zuccheri in data 23 agosto ha mostrato un livello eterogeneo di maturazione delle uve nei diversi siti del **vigneto 20. AB1** (**Figg 2.32, 2.33 e 2.34**). In tale data, nel sito a basse a media vigoria sono stati registrati i livelli più alti di zuccheri (22,4 Brix), seguiti dal sito ad alta vigoria (19,3 Brix) (**Figura 2.32**). Analogamente, alla raccolta (**Tabella 2.19**), nel sito 20.2 e 20.3 sono stati registrati i livelli più alti di zuccheri (25,0 Brix), seguiti dal sito ad alta vigoria (22.0 Brix) (**Figura 2.32**). Nel **vigneto 20 AB1**, nell'annata 2017, le uve del sito ad alta vigoria hanno mostrato alla raccolta i più alti valori di acidità totale (6,86 g/L), seguite dalle uve del sito a media (6,69 g/L) e a bassa vigoria (6,44

g/L) (**Figura 2.33**. Nel **vigneto 20 AB1**, nell'annata 2017, le uve del sito a media vigoria hanno mostrato alla raccolta valori lievemente più alti di pH (3,22), seguite da quelle del sito a bassa (3,21) e ad alta vigoria (3,20) (**Figura 2.34**). Il peso della bacca è risultato maggiore nei siti ad alta vigoria (2,2 g), seguito da quello dei siti a bassa (1,75 g) e a media (1,5 g) vigoria. Analogamente a quanto riscontrato nel 2016, le concentrazioni di polifenoli totali e antociani sono risultate maggiori nei siti a media vigoria, seguiti da quelli a bassa e ad alta vigoria, rispettivamente (**Tabella 2.19**).

Nel **vigneto 11** i livelli di zuccheri registrati in data 23 agosto sono risultati maggiori nel sito bassa vigoria (23,3 Brix), seguiti dal sito a alta (22,4 Brix) e media vigoria (21,2 Brix) (**Figura 2.35**). Alla raccolta (4 settembre, **Tabella 2.19**) nei siti ad alta e a media vigoria sono stati rilevati livelli simili di zuccheri (24,3 Brix), mentre il sito a bassa vigoria ha presentato i valori più alti di tale parametro (25 Brix) (**Figura 2.36**). Le uve del sito ad alta vigoria hanno presentato i più alti livelli di acidità totale (6,48 g/L), seguite da quelle del sito a media (6,49 g/L) e a bassa vigoria (5,88 g/L) (**Figura 2.33**). I grappoli delle viti ad alta vigoria hanno presentato i livelli di pH più alti (3,38), seguiti da quelli del sito a bassa (3,27) e a media vigoria (3,26) (**Figura 2.37**). Il peso della bacca è risultato maggiore nelle tesi ad alta vigoria (2,1 g), seguito da quelle a media (1,7 g) e a bassa vigoria (1,6 g). Per quanto riguarda i parametri relativi alla colorazione della bacca (**Tabella 2.20**), le uve dei siti a media

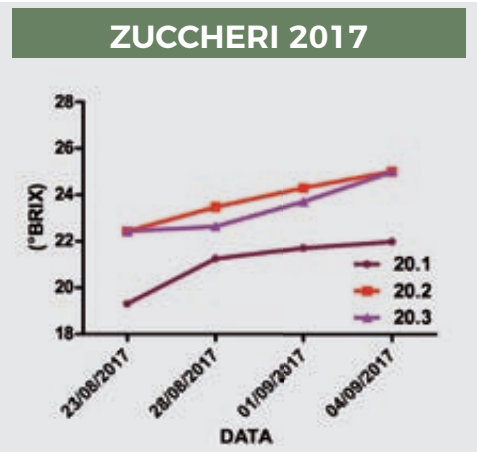


Figura 2.32: Andamento della concentrazione dei zuccheri nella bacca di uve provenienti dai siti 20.1 (alta vigoria), 20.2 (bassa vigoria), 20.3 (media vigoria) del vigneto 20 AB1 dell'Azienda Casa Vinicola Melini, Gaggiano – SI, annata 2017.

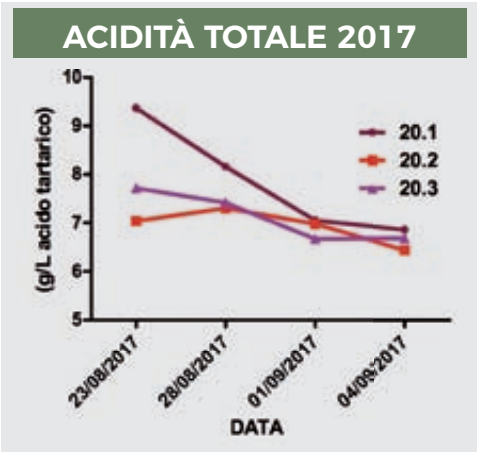


Figura 2.33: Andamento dell'acidità totale (g/L di acido tartarico) nella bacca di uve provenienti dai siti 20.1 (alta vigoria), 20.2 (bassa vigoria), 20.3 (media vigoria) del vigneto 20 AB1 dell'Azienda Casa Vinicola Melini, Gaggiano – SI, annata 2017.

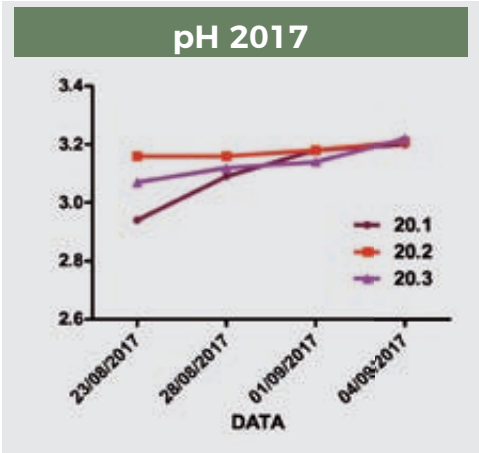


Figura 2.34: Andamento del pH nella bacca di uve provenienti dai siti 20.1 (alta vigoria), 20.2 (bassa vigoria), 20.3 (media vigoria) del vigneto 20 AB1 dell'Azienda Casa Vinicola Melini, Gaggiano – SI, annata 2017.

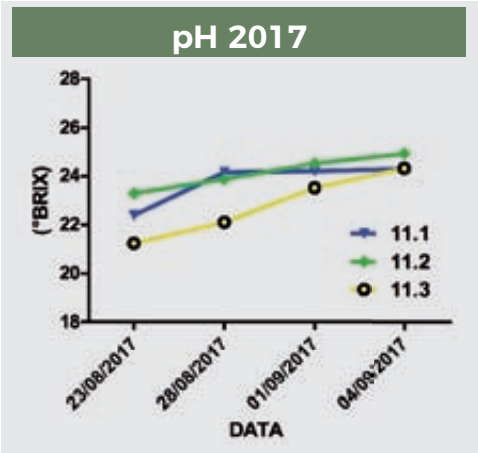


Figura 2.35: Andamento della concentrazione dei zuccheri (°Brix) nella bacca di uve provenienti dai siti 11.1 (alta vigoria), 11.2 (bassa vigoria), 11.3 (media vigoria) del vigneto 11 dell'Azienda Casa Vinicola Melini, Gaggiano – SI, annata 2017.

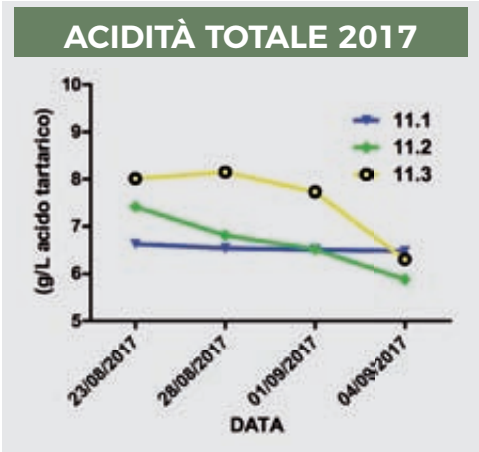


Figura 2.36: Andamento dell'acidità totale (g/L di acido tartarico) nella bacca di uve provenienti dai siti 11.1 (alta vigoria), 11.2 (bassa vigoria), 11.3 (media vigoria) del vigneto 11 dell'Azienda Casa Vinicola Melini, Gaggiano – SI, annata 2017.

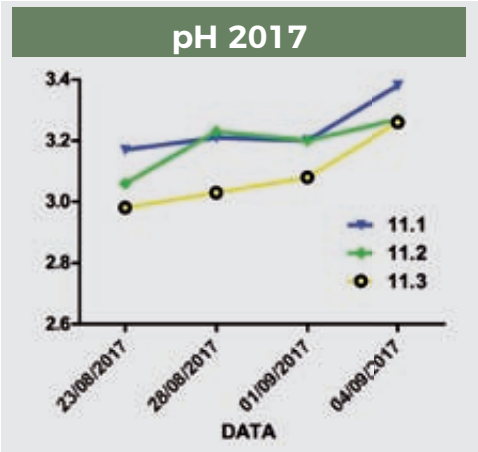


Figura 2.37: Andamento del pH nella bacca di uve provenienti dai siti 11.1 (alta vigoria), 11.2 (bassa vigoria), 11.3 (media vigoria) del vigneto 11 dell'Azienda Casa Vinicola Melini, Gaggiano – SI, annata 2017.

vigoria hanno presentato i più alti livelli di polifenoli totali. La tesi ad alta vigoria ha evidenziato una maggiore concentrazione di antociani, seguita da quelle a media e a bassa vigoria (**Tabella 2.19**).

Nell'annata 2016, le bacche dei siti a bassa vigoria, hanno presentato alla raccolta (**Tabella 2.18**) valori più elevati di zuccheri e pH più bassi di acidità totale. Le tesi a media vigoria si sono generalmente collocate in posizione intermedia tra quelle a

VIGNETO	SITO	Raccolta	Zuccheri (°Brix)	Acidità totale (g/L)	pH	Peso acino (g)	Polifenoli totali (mg/L)	Antociani (mg/L)
20 AB1	20.1	4-set	22,0	6,86	3,20	2,20	5840	2232
	20.2	4-set	25,0	6,44	3,21	1,75	6296	2548
	20.3	4-set	25,0	6,69	3,22	1,50	6854	2685
11	11.1	4-set	24,3	6,48	3,38	2,08	6337	2183
	11.2	4-set	24,9	5,88	3,27	1,65	6337	2079
	11.3	4-set	24,3	6,30	3,26	1,70	6528	2136

Tabella 2.19: Caratteristiche qualitative di uve Sangiovese provenienti dai siti 20.1 (alta vigoria), 20.2 (bassa vigoria), 20.3 (media vigoria) del vigneto 20 AB1; 11.1 (alta vigoria), 11.2 (bassa vigoria), 11.3 (media vigoria) del vigneto 11 dell'Azienda Casa Vinicola Melini, Gaggiano – SI, annata 2017.

bassa e ad alta vigoria. Tuttavia, nel 2017 (**Tabella 2.19**), le bacche del sito a media vigoria hanno presentato livelli di zuccheri simili a quelle del sito a bassa vigoria. Il peso medio dell'acino è risultato più alto nei siti ad alta vigoria, seguiti da quelli a bassa e a media vigoria. Per quanto riguarda i parametri relativi al colore, le uve delle tesi a media vigoria hanno sempre mostrato concentrazioni di antociani più alte, quelle a bassa valori intermedi, mentre quelle ad alta i più bassi. I siti a bassa vigoria, in entrambi i vigneti, hanno evidenziato un contenuto in polifenoli totali intermedio rispetto a quelli ad alta e bassa vigoria (**Tabella 2.18 e Tabella 2.19**).
Nell'annata 2017 si è delineata una repentina fase di maturazione delle uva, dovuta alle elevate temperature nel mese di Agosto, in cui si sono raggiunte massime di 42°C, associate ad una stagione particolarmente siccitosa. La data di raccolta, nei diversi siti, è stata anticipata di 12-26 giorni rispetto all'annata precedente.
Le bacche delle tesi a bassa vigoria, hanno presentato, alla raccolta (**Tabella 2.18** e **Tabella 2.19**), il peso inferiore e i livelli di zuccheri più alti. Tuttavia, per quanto riguarda quest'ultimo parametro, tale tendenza risulta molto meno marcata nel caso del vigneto 11. Analogamente al 2016, le bacche dei siti a bassa vigoria hanno presentato i valori di peso inferiori. In relazione alle caratteristiche del colore, non si evincono analogie tra il comportamento dei siti con la stessa vigoria, nei diversi vigneti oggetto della prova (**Tabella 2.18** e **Tabella 2.19**).

Parametri vegeto - produttivi

2016

Nell'annata 2016, nel **vigneto 20 AB1**, il sito ad alta vigoria ha presentato un numero di grappoli per pianta maggiore, rispetto ai siti a media e a bassa vigoria. La produzione è risultata maggiore nel sito ad alta vigoria (2,06 kg), seguita dal quello a bassa (1,52 kg) e a media vigoria (1,14 kg). Nel sito 20.1 sono stati, inoltre, rilevati

i più alti valori del legno di potatura (0,27 kg), seguiti da quelli del sito a bassa (0,22 kg) e a media vigoria (0,16 kg) (**Tabella 2.20**).
Nel **vigneto 11**, nell'annata 2016, è stato registrato un numero di grappoli lievemente maggiore nelle viti del sito ad alta vigoria. Tale sito ha presentato, inoltre, valori statisticamente più elevati di produzione e legno di potatura (2,04 kg; 0,28 kg), seguito dal sito a bassa (1,70 kg; 0,22 kg) e a media vigoria (1,44 kg; 0,19 kg). Nel 2016, in entrambi i vigneti i valori medi dell'indice di Ravaz, compresi tra 7,3 e 8,1, sono risultati simili nei diversi siti (**Tabella 2.20**).

VIGNETO	SITO	Numero grappoli/pianta	Produzione/ pianta (kg)	Legno di potatura (kg)	Indice di Ravaz
20 AB1	20.1	9,25 a	2,06 a	0,269 a	8,12
20 AB1	20.2	8,25 b	1,52 b	0,220 b	7,30
20 AB1	20.3	7,67 b	1,14 c	0,155 c	7,68
Significatività		**	***	***	*n.s.*
11	11.1	9,33 a	2,04 a	0,275 a	7,55
11	11.2	7,50 b	1,70 b	0,219 b	7,96
11	11.3	8,00 b	1,44 c	0,189 b	7,86
Significatività		***	***	***	*n.s.*

Tabella 2.20: Parametri vegeto – produttivi, annata 2016. ** Significativo per P ≤ 0.01; *** significativo per P≤ 0.001; n.s., non significativo (P=0.05). Medie seguite da lettere diverse in ogni colonna differiscono significativamente secondo il test di Student - Neuman - Keuls (numero di grappoli, produzione, legno di potatura) o secondo il Kruskall-Wallis test, seguito dal test comparativo di Dunn (indice di Ravaz). Sito 20.1 (alta vigoria), 20.2 (bassa vigoria), 20.3 (media vigoria), vigneto 20 AB1; sito 11.1 (alta vigoria), 11.2 (bassa vigoria), 11.3 (media vigoria), vigneto 11, Azienda Casa Vinicola Melini, Gaggiano – SI.

2017

Nel 2017, nel **vigneto 20 AB1**, i siti ad alta e media vigoria hanno presentato un numero maggiore di grappoli per pianta alla raccolta rispetto al sito a bassa vigoria. La produzione è risultata più elevata nel sito 20.1 ad alta vigoria. Il peso del legno di potatura ha presentato valori maggiori nel sito ad alta vigoria seguito, nell'ordine da quello a bassa e media vigoria, tra loro significativamente diversi (**Tabella 2.21**).
Nel **vigneto 20 AB1**, l'indice di Ravaz (2017) ha presentato valori maggiori nel sito a media vigoria (9) rispetto a quello a bassa vigoria, mentre il sito ad alta vigoria ha mostrato valori intermedi agli altri due siti, pari a 6. Nel 2017, nel **vigneto 11** i siti a bassa e media vigoria hanno presentato un numero di grappoli maggiore rispetto al sito ad alta vigoria; tuttavia, la produzione è risultata simile nei diversi siti con un valore medio di 1,52 kg (**Tabella 2.21**). Nel 2017, non sono emerse differenze significative nel peso del legno di potatura (0,272 kg) e nei valori dell'indice di Ravaz (5,7)

tra i vari siti. Tuttavia, i livelli di produzione ed il peso del legno di potatura hanno manifestato valori tendenzialmente più alti nella tesi ad alta vigoria (**Tabella 2.21**).

VIGNETO	SITO	Numero grappoli/pianta	Produzione/ pianta (kg)	Legno di potatura (kg)	Indice di Ravaz
20 AB1	20.1	10,42 a	2,66 a	0,324 a	8,26 ab
20 AB1	20.2	8,67 b	1,75 b	0,294 b	6,04 b
20 AB1	20.3	10,17 a	1,91 b	0,215 c	9,00 a
Significatività		*	***	***	*
11	11.1	6,42 b	1,66	0,290	5,80
11	11.2	8,17 a	1,41	0,260	5,55
11	11.3	9,00 a	1,50	0,265	5,79
Significatività		***	*n.s.*	*n.s.*	*n.s.*

Tabella 2.21: Parametri vegeto – produttivi, annata 2017. *Signficativo per P < 0.05; *** significativo per P≤ 0.001; n.s., non significativo (P=0.05). Medie seguite da lettere diverse in ogni colonna differiscono significativamente secondo il test di Student - Neuman - Keuls (numero di grappoli, produzione, legno di potatura) o secondo il Kruskall-Wallis test, seguito dal test comparativo di Dunn (indice di Ravaz). Sito 20.1 (alta vigoria), 20.2 (bassa vigoria), 20.3 (media vigoria), vigneto 20 AB1; sito 11.1 (alta vigoria), 11.2 (bassa vigoria), 11.3 (media vigoria), vigneto 11, Azienda Casa Vinicola Melini, Gaggiano – SI.

Analisi dei mosti

2016

Dalle analisi dei mosti ottenuti nel 2016 dalle uve del **vigneto 20 AB1** emergono valori più alti di zuccheri e alcol potenziale nel sito a media vigoria, seguito, nell'ordine, da quello a bassa e ad alta vigoria (**Tabella 2.22**). L'acidità totale dei mosti è risultata maggiore nel sito 20.1, ad alta vigoria, seguito dal sito 20.2 e 20.3 (**Tabella 2.22**). Il pH dei mosti ha presentato valori più alti nel sito a media vigoria, seguito da quello a bassa e ad alta vigoria. L'analisi dell'azoto prontamente assimilabile dai lieviti ha determinato valori più elevati nel sito ad alta vigoria (101,8 mg/L), seguito dal sito a bassa (86,1 mg/L) e a media vigoria (70,4 mg/L) (**Tabella 2.22**).
I mosti delle uve del **vigneto 11**, analogamente a quelli del **20 AB1**, hanno prodotto valori più alti di zuccheri e alcol potenziale nel sito a media vigoria, seguito, nell'ordine, da quello a bassa e ad alta vigoria (**Tabella 2.22**). Inoltre, in linea con quanto osservato nel **vigneto 20 AB1**, sono stati riscontrati valori di acidità totale più elevati nel sito 11.1, seguito dal sito 11.2 e 11.3. I valori di pH sono risultati simili nei diversi siti, mentre quelli dell'azoto prontamente assimilabile (APA) dai lieviti maggiori nel sito a media vigoria (123 mg/L), seguito dal sito a bassa (117,6 mg/L) e ad alta vigoria (112,1 mg/L) (**Tabella 2.22**).

VIGNETO	20 AB1			11		
SITO	20.1	20.2	20.3	11.1	11.2	11.3
Zuccheri (g/L)	197,1	212,95	228,8	212,3	220,9	229,5
Alcol potenziale (% vol.)	11,77	12,82	13,87	12,76	13,255	13,75
Acidità totale (g/L)	6,53	6,19	5,84	5,30	5,00	4,70
pH	3,19	3,265	3,34	3,36	3,37	3,38
APA (mg/L)	101,8	86,1	70,4	112,1	117,55	123,0

Tabella 2.22: Analisi dei mosti ottenuti da uve Sangiovese provenienti dai siti 20.1 (alta vigoria), 20.2 (bassa vigoria), 20.3 (media vigoria) del vigneto 20 AB1; 11.1 (alta vigoria), 11.2 (bassa vigoria), 11.3 (media vigoria) del vigneto 11 dell'Azienda Casa Vinicola Melini, Gaggiano – SI, annata 2016.

2017

Dalle analisi dei mosti ottenuti nel 2017 dalle uve del **vigneto 20 AB1** emergono, similmente all'annata precedente, valori più elevati di zuccheri, alcol potenziale, e pH nel sito a media vigoria, seguito, nell'ordine, da quello a bassa e ad alta vigoria (**Tabella 2.23**). L'analisi dell'acidità totale e dell'azoto prontamente assimilabile dai lieviti hanno evidenziato, come nell'annata precedente, valori più elevati nel sito ad alta vigoria (5 g/L; 123,6 mg/L), seguito dal sito a bassa (4,7 g/L; 103,5 mg/L) e a media vigoria (4,5 g/L; 82,7 mg/L). Nelle bacche provenienti da tutti i siti del vigneto 20 AB1 è stato osservato un aumento delle concentrazioni di APA rispetto all'annata precedente (**Tabella 2.23**).

VIGNETO	20 AB1			11		
SITO	20.1	20.2	20.3	11.1	11.2	11.3
Zuccheri (g/L)	219,90	232,70	245,50	224,00	229,30	236,20
Alcol potenziale (% vol.)	14,00	14,45	14,90	14,10	14,45	14,80
Acidità totale (g/L)	4,93	4,71	4,49	4,34	4,77	5,20
pH	3,36	3,40	3,44	3,36	3,36	3,37
APA (mg/L)	123,60	103,15	82,70	124,70	121,30	117,90

Tabella 2.23: Analisi dei mosti ottenuti da uve Sangiovese provenienti dai siti 20.1 (alta vigoria), 20.2 (bassa vigoria), 20.3 (media vigoria) del vigneto 20 AB1; 11.1 (alta vigoria), 11.2 (bassa vigoria), 11.3 (media vigoria) del vigneto 11 dell'Azienda Casa Vinicola Melini, Gaggiano – SI, annata 2017.

In entrambe le annate i mosti derivati da uve provenienti dai siti a media vigoria di entrambi i vigneti hanno presentato un maggiore quantitativo di zuccheri e alcol potenziale, seguiti da quelli dei siti a bassa e a alta vigoria (**Tabella 2.22** e **Tabella 2.23**). Nel 2017, i mosti delle uve del **vigneto 11**, analogamente a quelli del **20 AB1**, hanno prodotto valori più elevati di zuccheri, alcol potenziale, acidità totale, nel sito a media vigoria, seguito, nell'ordine, da quello a bassa e ad alta vigoria. Analogamente al 2016, i valori di pH sono risultati simili nei diversi siti. L'azoto prontamente assimilabile dai lieviti ha presentato concentrazioni nella bacca maggiori rispetto 2016 ed è risultato più alto nel sito ad alta vigoria (124,7 mg/L), seguito dal quello a bassa (121,3 mg/L) e a media vigoria (117,9 mg/L) (**Tabella 2.23**).

Caratteristiche enologiche: analisi chimiche dei vini

2016

Dall'analisi dei vini ottenuti nel 2016 nel **vigneto 20 AB1** emerge che i valori di densità, estratto non riduttore, pH, acidità totale, acido tartarico, malico e citrico sono risultati sostanzialmente simili nei diversi siti. Il sito 20.1, a media vigoria, ha in generale presentato valori più alti di alcol effettivo e complessivo, zuccheri, estratto secco totale, acidità volatile, polifenoli totali e antociani, densità ottica a 420 e 520 nm e intensità colorante, seguito nell'ordine dal sito a media e a bassa vigoria (**Tabella 2.24**). I diversi valori della concentrazione di polifenoli totali e antociani evidenziati nei vini provenienti dai differenti siti, riflettono quanto precedentemente osservato nelle uve. La tonalità è, invece, risultata lievemente più accentuata nel sito ad alta vigoria, seguita da quelli a bassa e media vigoria (**Tabella 2.24**). I vini prodotti nel 2016 nei diversi siti del **vigneto 11** hanno presentato va-

lori simili di densità, zuccheri, estratto secco totale e non riduttore, pH, acido tartarico, lattico e citrico, acidità volatile, tonalità e intensità. L'acidità totale è risultata lievemente più alta nel sito ad alta, seguito da quello a bassa e a media vigoria. I vini realizzati da uve provenienti da viti ad alta vigoria hanno presentato valori più alti di polifenoli totali e DO a 520 nm, seguiti nell'ordine da quelli dei vini derivati dai siti a bassa e a media vigoria. I livello di antociani e la DO a 420 nm sono risultati più elevati nei vini prodotti nel sito a media vigoria, seguito nell'ordine da quelli del sito a bassa e ad alta vigoria. La differente concentrazione di antociani riscontrata nei vini provenienti dai differenti siti, riflette quanto precedentemente osservato nelle uve alla raccolta (**Tabella 2.24**).

VIGNETO	20 AB1			11		
SITO	20.1	20.2	20.3	11.1	11.2	11.3
Alcol effettivo (% vol.)	13,22	13,74	14,26	13,58	13,91	14,24
Zuccheri (g/L)	3,9	4,3	4,7	3,6	3,5	3,4
Estratto secco totale (g/L)	30,9	31,3	31,7	29,7	29,8	29,9
Acidità totale (g/L)	7,27	7,39	7,52	6,78	6,49	6,20
Polifenoli totali (mg/L)	2201	2351	2501	2388	2319	2250
Antociani (mg/L)	399	430	461	347	368,5	390

Tabella 2.24: Parametri chimici dei vini dell'annata 2016, ottenuti da microvinificazioni di Sangiovese proveniente dai siti 20.1 (alta vigoria), 20.2 (bassa vigoria), 20.3 (media vigoria) del vigneto 20 AB1; 11.1 (alta vigoria), 11.2 (bassa vigoria), 11.3 (media vigoria) del vigneto 11 dell'Azienda Casa Vinicola Melini, Gaggiano – SI.

2017

I vini prodotti nel 2017 nei diversi siti del **vigneto 20 AB1** hanno presentato valori simili di densità, zuccheri, estratto secco totale e non riduttore, acidità volatile e tonalità. L'alcol effettivo e complessivo e il pH hanno mostrato livelli più alti nei vini del sito a media vigoria, seguiti nell'ordine da quello a bassa e ad alta vigoria. In generale, l'elevato titolo alcolometrico volumico raggiunto dai vini nell'annata 2017 (**Tabella 2.25**) è relazionabile alle alte temperature e scarse precipitazioni piovose registrate durante il periodo di maturazione dell'uva, che hanno determinato un consistente accumulo di zuccheri nella bacca. Un andamento simile a quello dei parametri sopra elencati è stato osservato anche per i livelli di polifenoli totali, antociani, densità ottica a 420 e 520 nm. Le diverse concentrazioni di polifenoli totali e antociani evidenziati nei vini provenienti dai differenti siti, riflettono quanto osservato nelle uve alla raccolta. L'intensità colorante ha raggiunto valori più alti nei vini prodotti nei siti a media, seguiti da quelli a bassa e, infine, ad alta vigoria. I valori di acidità totale e acido citrico sono risultati maggiori nei vini dei siti ad

alta vigoria, seguiti da quelli dei siti a media e bassa vigoria, mentre l'acido lattico è risultato lievemente più alto nei vini del sito 20.3 (**Tabella 2.25**).
Dall'analisi dei vini realizzati nel 2017 nei diversi siti del **vigneto 11** si evincono valori simili di densità, zuccheri, estratto secco totale e non riduttore, pH, acidità totale, acido malico e tonalità (**Tabella 2.25**). L'alcol effettivo e complessivo hanno mostrato livelli lievemente più alti nei vini del sito a media vigoria, seguiti nell'ordine da quello a bassa e ad alta vigoria. L'elevato titolo alcolometrico raggiunto dai vini nell'annata 2017 è legato alle alte temperature e scarse precipitazioni piovose registrate durante il periodo di maturazione che hanno determinato un consistente accumulo di zuccheri nella bacca. Acidità volatile e acido lattico hanno presentato valori leggermente più alti nei vini prodotti nei siti ad alta vigoria, seguiti da quelli a bassa e a media vigoria. I livelli di acido tartarico e citrico sono risultati più elevati nei vini prodotti dalle uve provenienti dal sito ad alta vigoria, seguiti nell'ordine da quelli dei siti a bassa e a media vigoria. Polifenoli totali, antociani, DO a 420 nm e 520 nm e intensità hanno presentato i valori più bassi nei vini prodotti dai siti ad alta vigoria, più alti nei siti a media e intermedi in quelli a bassa vigoria (**Tabella 2.25**).

VIGNETO	20 AB1			11		
SITO	20.1	20.2	20.3	11.1	11.2	11.3
Alcol effettivo (% vol.)	14,11	14,58	15,04	14,06	14,38	14,69
Zuccheri (g/L)	3,60	3,55	3,50	3,10	3,00	3,10
Estratto secco totale (g/L)	31,10	31,10	31,40	31,80	32,15	32,45
Acidità totale (g/L)	6,53	5,98	5,75	6,67	6,57	6,42
Polifenoli totali (mg/L)	2209	2392	2623	2387	2585	2721
Antociani (mg/L)	254	257	261	259	260	277

Tabella 2.25: Parametri chimici dei vini dell'annata 2017, ottenuti da microvinificazioni di Sangiovese proveniente dai siti 20.1 (alta vigoria), 20.2 (bassa vigoria), 20.3 (media vigoria) del vigneto 20 AB1; 11.1 (alta vigoria), 11.2 (bassa vigoria), 11.3 (media vigoria) del vigneto 11 dell'Azienda Casa Vinicola Melini, Gaggiano – SI.

Caratteristiche enologiche: analisi sensoriali dei vini

2016

Per i vini prodotti nell'annata 2016, nei diversi siti del **vigneto 20 AB1**, l'analisi sensoriale ha evidenziato una vivace colorazione rosso rubino caratterizzata per tutte le tesi da valori superiori a 7. Il sito a media vigoria ha dato origine a sentori più marcati di fiorale (viola), speziato e caramellizzato, seguito nell'ordine da quello ad alta e a bassa vigoria. Il descrittore olfattivo "frutti di bosco" è stato chiaramente percepito

in tutti vini, particolarmente in quelli dei siti 20.1 e 20.2. Il vegetale fresco e secco sono stati percepiti in minor misura, soprattutto nei vini dei siti a media e ad alta vigoria (**Figura 2.38**).

Il vino prodotto dal sito a media vigoria ha manifestato a livello gustativo una più elevata acidità e struttura, seguito nell'ordine dal sito ad alta e a bassa vigoria. Tutti i vini prodotti nel **vigneto 20 AB1** hanno presentato una nota di amaro, che è risultata più marcata in quello del sito a media vigoria, seguiti dai vini prodotti in quelli a bassa e ad alta vigoria. In generale, è stata anche percepita una leggera astringenza (valori inferiori a 1,4), che è risultata lievemente più alta nel vino prodotto dal sito a bassa vigoria (**Figura 2.38**).

Il test di gradevolezza (**Figura 2.39**), condotto sui vini prodotti nel 2016, ha evidenziato a livello complessivo dei buoni valori (superiori a 7,7) per tutti i vini del **vigneto 20 AB1**, mettendo al primo posto il vino del sito a bassa vigoria (8,81). Nello specifico, tale prodotto ha raggiunto i più alti punteggi a livello visivo, olfattivo e gustativo. I vini del sito ad alta vigoria si posizionano al terzo posto a livello di gradevolezza complessiva con un lieve scarto da quelli prodotti nel sito a media vigoria. Questi ultimi assumono una posizione intermedia a livello di gradimento visivo e gustativo e si collocano al terzo posto solamente nel caso specifico della gradevolezza olfattiva (**Figura 2.39**).

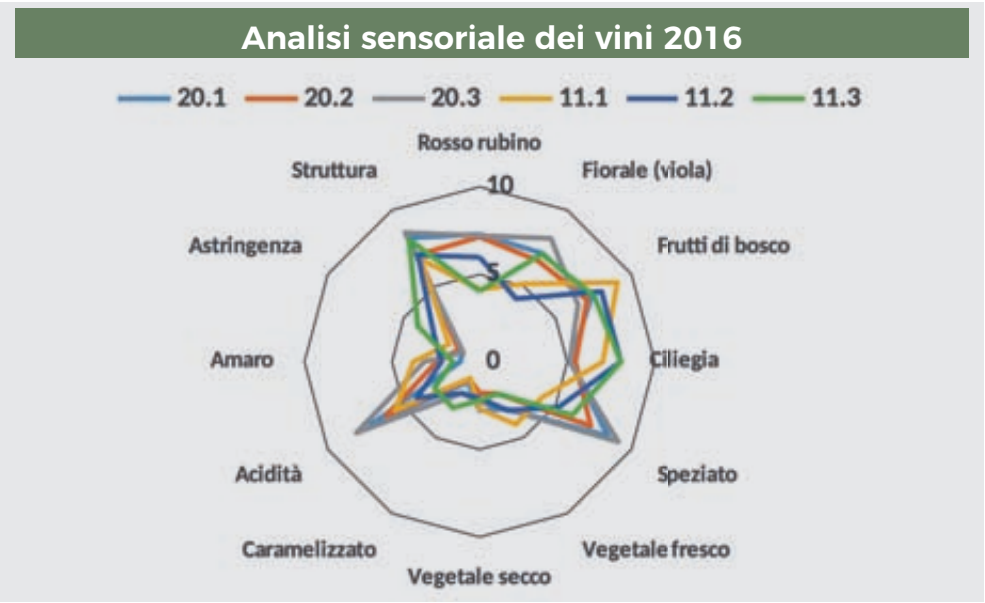


Figura 2.38: Profilo sensoriale dei vini ottenuti da microvinificazioni di Sangiovese, proveniente dai siti 20.1 (alta vigoria), 20.2 (bassa vigoria), 20.3 (media vigoria) del vigneto 20 AB1; 11.1 (alta vigoria), 11.2 (bassa vigoria), 11.3 (media vigoria) del vigneto 11 dell'Azienda Casa Vinicola Melini, Gaggiano – SI, annata 2016.

L'analisi sensoriale (**Figura 2.38**) dei vini prodotti nell'annata 2016, nei diversi siti del **vigneto 11**, ha evidenziato una colorazione rosso rubino poco accentuata nei siti a media e alta vigoria e sufficiente nel sito a bassa vigoria. In generale, la colorazione dei vini dei siti del **vigneto 11** è apparsa notevolmente più scarica rispetto a quella dei siti del vigneto 20 AB1. I vini del sito 11.3, a media vigoria, si sono distinti per un marcato sentore di viola, che è risultato meno evidente nei vini prodotti nel sito ad alta seguiti da quelli a media vigoria (**Figura 2.38**). La nota "frutti di bosco" è stata percepita maggiormente nel caso del vino prodotto nel sito ad alta vigoria, seguito da quello a bassa e media vigoria, rispettivamente. Il descrittore olfattivo "ciliegia" è stato individuato chiaramente in tutti e tre i vini, ma è risultato più evidente nel caso delle tesi a media e a bassa vigoria. Tuttavia, tale descrittore è risultato più evidente nei vini del **vigneto 20 AB1** rispetto a quelli del **vigneto 11**. Lo speziato è stato percepito maggiormente nel vino del sito a media vigoria, seguito da quello ad alta e a bassa vigoria. Il vegetale fresco è stato rilevato di più nel vino del sito ad alta vigoria, seguito da quello del sito a media e a bassa vigoria, rispettivamente. Il vegetale secco è apparso lievemente più marcato nei vini prodotti nei siti ad alta vigoria. Il caramellizzato è stato percepito di più nella tesi a media vigoria, seguita da quella a bassa e, infine, ad alta vigoria. A livello gustativo i vini prodotti nel sito ad alta vigoria sono risultati più acidi e amari rispetto a quelli derivati dai siti a bassa e

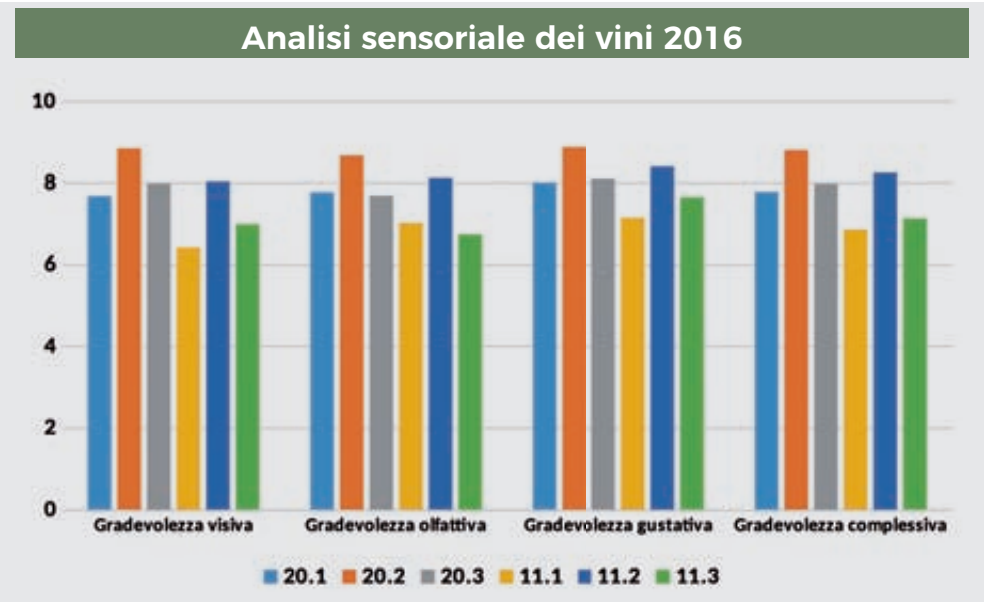


Figura 2.39: Test di gradevolezza dei vini ottenuti da microvinificazioni di Sangiovese, proveniente dai siti 20.1 (alta vigoria), 20.2 (bassa vigoria), 20.3 (media vigoria) del vigneto 20 AB1; 11.1 (alta vigoria), 11.2 (bassa vigoria), 11.3 (media vigoria) del vigneto 11 dell'Azienda Casa Vinicola Melini, Gaggiano – SI, annata 2016.

media vigoria, rispettivamente. Questi ultimi sono risultati più astringenti e con una struttura più evidente rispetto a quelli provenienti dai siti a bassa e ad alta vigoria. In generale, l'astringenza dei vini del **vigneto 20 AB1** è risultata meno accentuata rispetto a quella dei vini del **vigneto 11**. Al contrario, l'acidità è stata percepita maggiormente nei vini prodotti nei siti del **vigneto 20 AB1** (**Figura 2.38**).
Nel 2016, il test di gradevolezza complessiva (**Figura 2.39**) ha evidenziato livelli superiori a 6,5 per tutti i vini del **vigneto 11**, mettendo al primo posto il vino del sito a bassa vigoria (8,26). In particolare, questo prodotto ha raggiunto i più alti punteggi a livello visivo, olfattivo e gustativo. I vini del sito ad alta vigoria si posizionano al terzo posto a livello di gradevolezza complessiva. I vini prodotti nel sito a media vigoria si caratterizzano per una posizione intermedia a livello di gradimento visivo e gustativo e si posizionano al terzo posto solamente nel caso specifico della gradevolezza olfattiva (**Figura 2.39**).

2017

Nei vini prodotti nei diversi siti del **vigneto 20 AB1**, l'analisi sensoriale ha evidenziato una colorazione rosso rubino caratterizzata per tutte le tesi da valori superiori a 6. La tesi a bassa vigoria ha mostrato una colorazione più vivace (8,27), seguita da quella a media (7,53) e ad alta vigoria (6,30) (**Figura 2.40**).

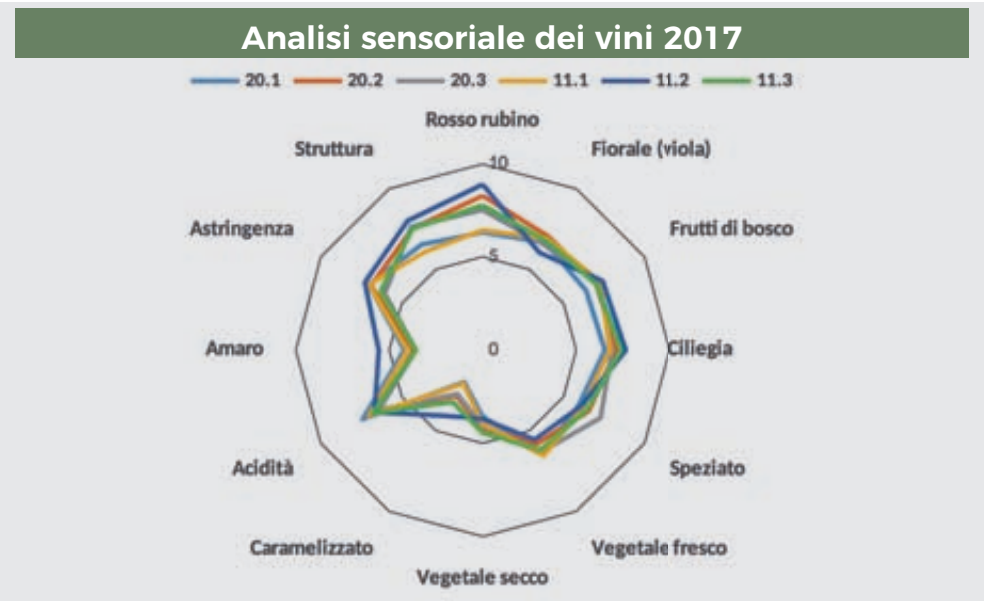


Figura 2.40: Profilo sensoriale dei vini ottenuti da microvinificazioni di Sangiovese, proveniente dai siti 20.1 (alta vigoria), 20.2 (bassa vigoria), 20.3 (media vigoria) del vigneto 20 AB1; 11.1 (alta vigoria), 11.2 (bassa vigoria), 11.3 (media vigoria) del vigneto 11 dell'Azienda Casa Vinicola Melini, Gaggiano – SI, annata 2017.

A livello olfattivo, sentori fiorali (viola) sono stati chiaramente distinti in tutti i vini **del vigneto 20 AB1**, con valori superiori a 6,5. La nota "frutti di bosco" è stata percepita maggiormente nei vini dei siti a bassa e a media vigoria, mentre il descrittore "ciliegia" ha presentato valori più alti nella tesi a bassa vigoria. Lo speziato è emerso chiaramente in tutti i vini, con valori superiori a 5,8, particolarmente in quelli del sito a media vigoria. Il vegetale fresco è stato percepito in misura maggiore nei vini dei siti ad alta vigoria. I descrittori "vegetale secco" e "caramellizzato" hanno presentato valori più elevati nelle tesi a media e a bassa vigoria (**Figura 2.40**).
A livello gustativo, il vino del sito ad alta vigoria **del vigneto 20 AB1** è risultato il più acido, astringente e amaro e ha manifestato una più debole struttura. I vini delle tesi a bassa e a media vigoria hanno presentato valori simili di acidità e struttura. L'astringenza e l'amarezza sono risultate lievemente più marcate nella tesi a bassa vigoria rispetto a quella a media vigoria (**Figura 2.40**).
I vini dei siti a bassa e a media vigoria sono stati maggiormente apprezzati a livello visivo e gustativo (**Figura 2.41**). La gradevolezza olfattiva è risultata simile in tutti i vini prodotti a partire dalle uve dei diversi siti **del vigneto 20 AB1,** presentando valori superiori a 7. A livello di gradevolezza complessiva, il vino della tesi a media vigoria ha presentato il punteggio più elevato (8,02), seguito da quello della tesi a bassa (7,53) e ad alta vigoria (7,04) (**Figura 2.41**).

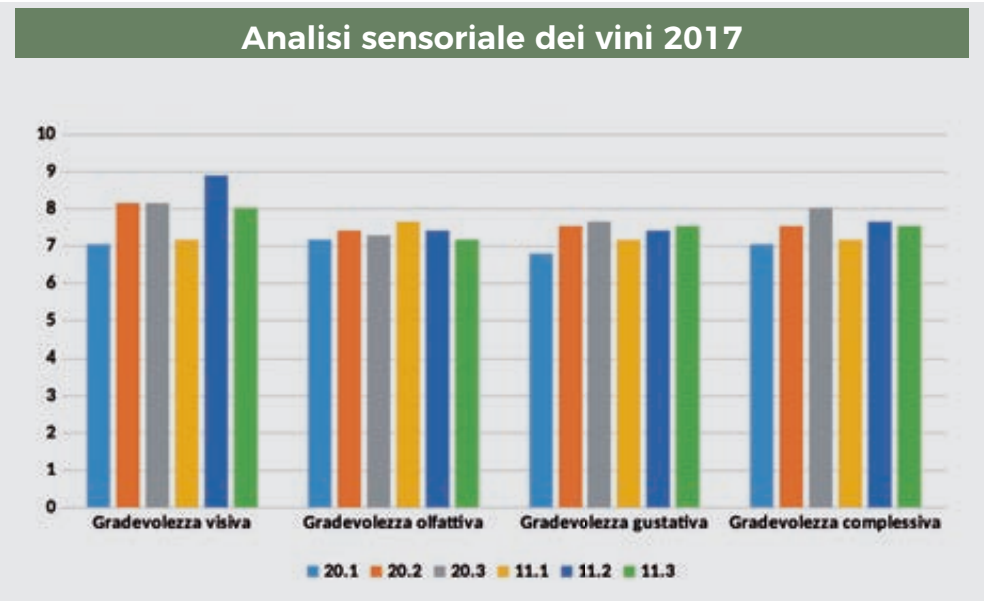


Figura 2.41: Test di gradevolezza dei vini ottenuti da microvinificazioni di Sangiovese, proveniente dai siti 20.1 (alta vigoria), 20.2 (bassa vigoria), 20.3 (media vigoria) del vigneto 20 AB1; 11.1 (alta vigoria), 11.2 (bassa vigoria), 11.3 (media vigoria) del vigneto 11 dell'Azienda Casa Vinicola Melini, Gaggiano – SI, annata 2017.

L'analisi sensoriale dei vini prodotti nell'annata 2017, nei diversi siti del **vigneto 11**, ha evidenziato una vivace colorazione rosso rubino, che è risultata più accentuata nel sito a bassa vigoria (8,89), seguito da quello a media (7,78) e ad alta vigoria (6,42) (**Figura 2.40**).

A livello olfattivo, il sentore fiorale di viola, è risultato più marcato nelle tesi a media e ad alta vigoria. La nota di frutti di bosco è stata chiaramente percepita in tutti e tre i vini prodotti nei siti del **vigneto 11**, presentando valori superiori a 7. Il descrittore "ciliegia" è emerso maggiormente nelle tesi a bassa e a media vigoria. Il vegetale fresco è risultato più marcato nella tesi ad alta vigoria, seguita da quella a media e a bassa vigoria. Il vegetale secco è emerso maggiormente nei vini prodotti nei siti a media vigoria. Lo speziato è stato percepito in tutti i vini, con valori superiori a 6. Il caramellizzato è stato maggiormente percepito nella tesi a bassa vigoria, seguita da quella a media e ad alta vigoria (**Figura 2.40**).

A livello gustativo, il vino della tesi ad alta vigoria **del vigneto 11** è risultato più acido, seguito da quello della tesi a media e a bassa vigoria. L'astringenza e l'amaro sono emersi maggiormente nel vino del sito a bassa vigoria, seguito da quello del sito ad alta e a media vigoria. A livello di struttura, il vino del sito a bassa vigoria ha raggiunto il punteggio maggiore, seguito da quello del sito a media e ad alta vigoria (**Figura 2.40**).

Dal punto di vista visivo, il vino del sito a bassa vigoria è risultato il più gradito, seguito da quello del sito a media e ad alta vigoria, rispettivamente. La tesi ad alta vigoria, ha presentato valori leggermente maggiori di gradevolezza olfattiva. A livello di gradevolezza gustativa, i vini della tesi a media e a bassa vigoria hanno raggiunto valori lievemente più alti rispetto a quelli della tesi alta vigoria. Nel complesso sono stati maggiormente apprezzati i vini della tesi a media vigoria, seguiti, nell'ordine, da quelli della tesi a bassa e ad alta vigoria (**Figura 2.41**).

FATTORIA VECCHIA ROCCA

Nei paragrafi che seguono sono riportati i risultati **agronomici ed enologici** ottenuti nell'ambito dell'*Azione 2* del Progetto *"Innovazioni tecnologiche per una vitivinicoltura di territorio altamente sostenibile – In.Vi.T.a.S."*, promosso a contributo nell'ambito del PSR Toscana, 2014 – 2020, sottomisura 16.2, Progetti Integrati di Filiera.
I risultati riportati di seguito riguardano i dati rilevati in due vigneti dell'Azienda "Fattoria Vecchia Rocca" ubicata in Strada di Poneta, 21, Barberino Val d'Elsa - FI, indicati con le sigle **FVR-A e FVR-B**.

Fasi fenologiche

2016

Nell'annata 2016, gli stadi fenologici della vite sono risultati sostanzialmente simili nei siti oggetto di studio. Il germogliamento ha avuto inizio nella terza decade di marzo (26 marzo). L'inizio fioritura è stato rilevato il 24 maggio, mentre la piena invaiatura è stata registrata il 25 luglio per entrambi i siti **(Tabella 2.26)**.

SITO	FVR-A	FVR-B
Inizio germogliamento (10% gemme schiuse; Fase B di Baggiolini)	26/03/2016	26/03/2016
Inizio fioritura (10% fiori aperti)	24/05/2016	24/05/2016
Invaiatura: fase piena (> 50%)	25/07/2016	25/07/2016

Tabella 2.26: Fasi fenologiche della vite nelle aree soggette a zonazione sito specifica nell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa - FI), annata 2016.

2017

Nel 2017, è emerso un anticipo generale dell'inizio del germogliamento rispetto all'annata precedente (18 giorni, **FVR-A**; 17 giorni **FVR-B**). Tale fase fenologica si è manifestata un giorno prima nel sito **FVR-A** (8 marzo) rispetto al sito **FVR-B**. In entrambi i siti, come nell'annata precedente, l'inizio della fioritura è stato rilevato in data 24 maggio. La piena invaiatura è stata registrata il 20 luglio, con un anticipo di 5 giorni rispetto al 2016 **(Tabella 2.27)**.

SITO	FVR-A	FVR-B
Inizio germogliamento (10% gemme schiuse; Fase B di Baggiolini)	08/03/2017	09/03/2017
Inizio fioritura (10% fiori aperti)	24/05/2017	24/05/2017
Invaiatura: fase piena (> 50%)	20/07/2017	20/07/2017

Tabella 2.27: Fasi fenologiche della vite nelle aree soggette a zonazione sito specifica nell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa - FI), annata 2017.

Curve di maturazione

2016

Nel 2016, in data 24 agosto, le uve dei diversi siti FVR-A e FVR-B, presentavano valori simili di zuccheri (17 e 17,4 °Brix rispettivamente). Tuttavia, a partire dal 16 settembre, le bacche del sito **FVR-B** hanno presentato livelli più elevati di tale parametro che si sono mantenuti sino alla raccolta (3 ottobre), evidenziando in tale data un aumento di 1,2 °Brix rispetto alle uve del sito **FVR-A (Figura 2.42, Tabella 2.28)**. Al momento della vendemmia, sono stati rilevati valori più alti di acidità totale (**Figura 2.43**) e della concentrazione di polifenoli totali e antociani nelle bacche del sito **FVR-B**.

Il sito **FVR-B** ha presentato, a partire dal 24 agosto, sino alla raccolta valori più alti di pH rispetto al sito **FVR-A (Figura 2.44, Tabella 2.28)**. Il peso medio dell'acino è risultato simile in entrambi i siti (1,9 g) **(Tabella 2.28)**.

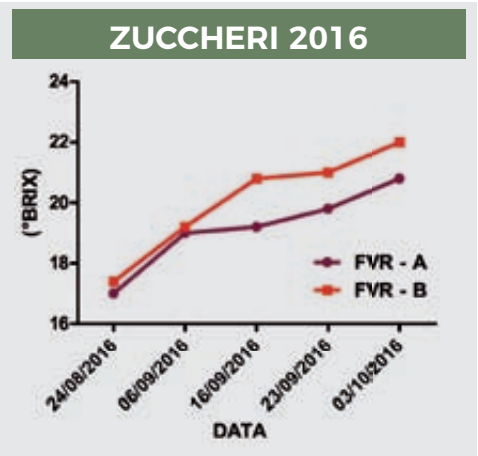


Figura 2.42: Andamento della concentrazione in zuccheri (°Brix) nella bacca di uve provenienti dai siti FVR-A e FVR-B dell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa - FI), annata 2016.

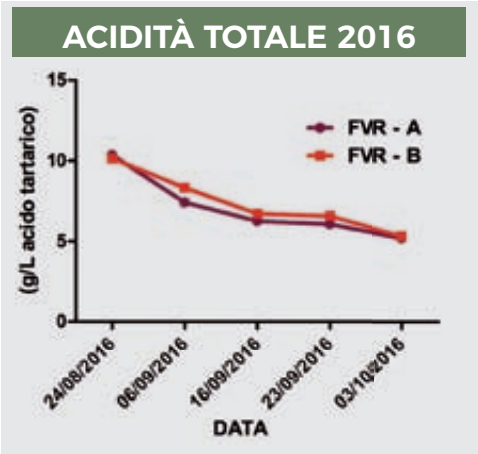


Figura 2.43: Andamento dell'acidità totale (g/L di acido tartarico) nella bacca di uve provenienti dai siti FVR-A e FVR-B dell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa - FI), annata 2016.

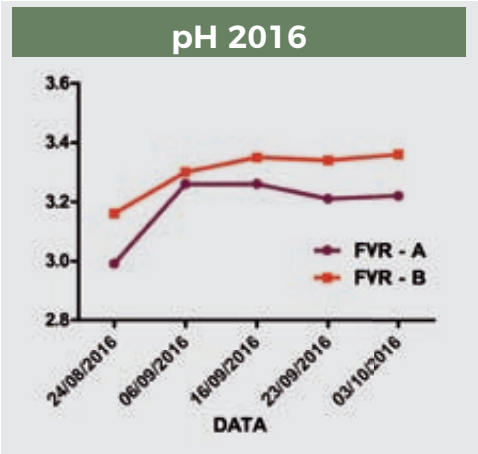


Figura 2.44: Andamento del pH nella bacca di uve provenienti dai siti FVR-A e FVR-B dell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa - FI), annata 2016.

SITO	Data Raccolta	Zuccheri (°Brix)	Acidità totale (g/L)	pH	Peso acino (g)	Polifenoli totali (mg/L)	Antociani (mg/L)
2016							
FVR-A	3-ott	20,8	5,19	3,22	1,9	4416	1133
FVR-B	3-ott	22,0	5,31	3,36	1,9	4584	1230

Tabella 2.28: Caratteristiche qualitative delle uve dei siti FVR-A e FVR-B dell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa - FI), annata 2016.

2017

Nell'annata 2017, in data 14 agosto, la concentrazione di zuccheri è risultata simile in entrambi i siti FVR-A 16,6 °Brix e FVR-B 16,3 °Brix).

Il 28 agosto, la determinazione di tale parametro ha mostrato valori piuttosto elevati (21 Brix) sia nel sito **FVR-A** che nel **FVR-B**.

La raccolta è stata anticipata di 27 giorni rispetto al 2016, a causa delle peculiari condizioni climatiche registrate in fase di maturazione, caratterizzate da elevate temperature e scarsi apporti pluviometrici.

In particolare, il valore medio delle temperature massime di agosto è risultato pari a 29,3 °C e, nella prima settimana del mese, sono stati toccati picchi di 40 °C. Analogamente al 2016, le uve del sito **FVR-B** hanno prodotto livelli di zuccheri più alti (23 Brix) rispetto a quelle del sito **FVR-A** (22,6 Brix) **(Figura 2.45, Tabella 2.29)**. L'acidità totale **(Figura 2.46)** delle bacche prelevate nel sito **FVR-B** (6,1 g/L) è

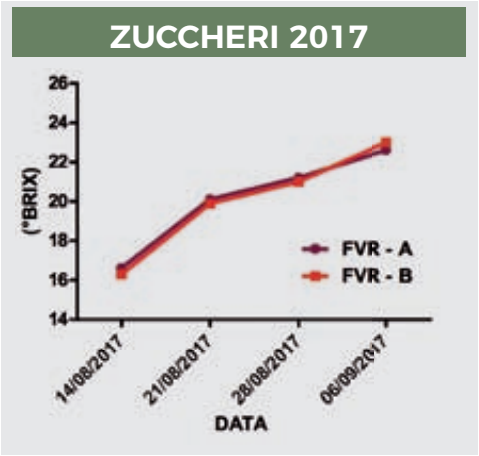


Figura 2.45: Andamento della concentrazione in zuccheri (°Brix) nella bacca di uve provenienti dai siti FVR-A e FVR-B dell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa - FI), annata 2017.

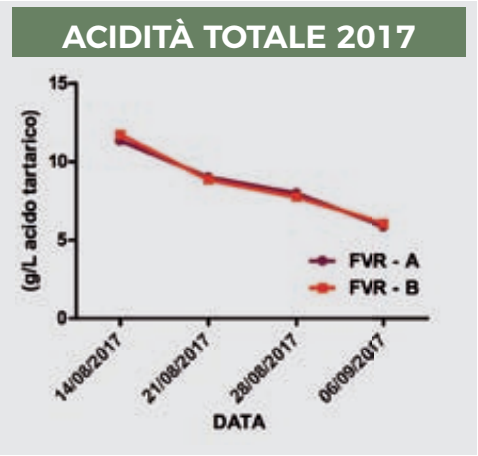


Figura 2.46 Andamento dell'acidità totale (g/L di acido tartarico) nella bacca di uve provenienti dai siti FVR-A e FVR-B dell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa - FI), annata 2017.

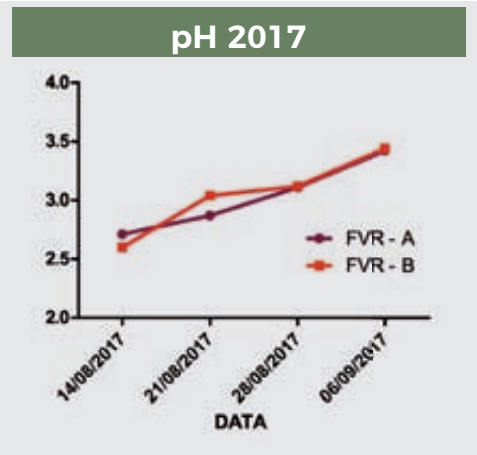


Figura 2.47: Andamento dell'acidità totale (g/L di acido tartarico) nella bacca di uve provenienti dai siti FVR-A e FVR-B dell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa - FI), annata 2017.

risultata lievemente maggiore rispetto a quella delle bacche del sito **FVR-A** (5,9 g/L). A partire dal 21 agosto sino alla raccolta, le uve del sito **FVR-B** hanno sempre presentato valori di pH maggiori rispetto al sito **FVR-A (Figura 2.47, Tabella 2.29)**. Anche, i parametri relativi alla colorazione della bacca (polifenoli totali e antociani) sono risultati maggiori nel sito **FVR-B (Tabella 2.29)**. Tuttavia, il peso medio dell'acino è risultato simile in entrambi i siti **(Tabella 2.29)**.

SITO	Data Raccolta	Zuccheri (°Brix)	Acidità totale (g/L)	pH	Peso acino (g)	Polifenoli totali (mg/L)	Antociani (mg/L)
2017							
FVR-A	6-set	22,6	5,86	3,42	1,7	3081	683
FVR-B	6-set	23,0	6,06	3,44	1,7	3572	899

Tabella 2.29 Caratteristiche qualitative delle uve dei siti FVR-A e FVR-B dell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa - FI), annata 2017.

Parametri vegeto - produttivi

2016

Nell'annata 2016, non sono emerse differenze tra i siti **FVR-A** e **FVR-B** in relazione al numero di grappoli per pianta alla raccolta (13), alla produzione (2,39 kg), al legno di potatura (0,315 kg) e all'indice di Ravaz (7,76) **(Tabella 2.30)**. I valori ottenuti dell'indice di Ravaz (7,8) evidenziano un buon equilibrio vegeto-produttivo delle piante di vite oggetto della prova **(Tabella 2.30)**.

SITO	Numero grappoli/pianta	Produzione/pianta (kg)	Legno di potatura (kg)	Indice di Ravaz
FVR-A	13,9	2,44	0,32	7,79
FVR-B	12,5	2,34	0,31	7,72
Significatività	*n.s.*	*n.s.*	*n.s.*	*n.s.*

Tabella 2.30: Parametri vegeto – produttivi delle delle viti dei siti FVR-A e FVR-B dell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa - FI), annate 2016. n.s., non significativo (P=0.05).

2017

Analogamente al 2016, anche nell'annata 2017, il numero di grappoli per pianta alla raccolta (11), la produzione (2,0 kg), il legno di potatura (0,274 kg) e l'indice di Ravaz (7,4) sono risultati simili nei siti **FVR-A** e **FVR-B (Tabella 2.31)**. I valori dell'indice di Ravaz evidenziano che le piante oggetto della prova presentavano un buon equilibrio vegeto-produttivo **(Tabella 2.31)**.

SITO	Numero grappoli/pianta	Produzione/pianta (kg)	Legno di potatura (kg)	Indice di Ravaz
FVR-A	11,2	2,03	0,29	7,24
FVR-B	10,5	1,93	0,26	7,58
Significatività	*n.s.*	*n.s.*	*n.s.*	*n.s.*

Tabella 2.31: Parametri vegeto – produttivi delle delle viti dei siti FVR-A e FVR-B dell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa - FI), annata 2017. n.s., non significativo (P=0.05).

Analisi dei mosti

2016

Nel 2016, il mosto prodotto dalle uve del sito **FVR-B** ha presentato un maggior livello di zuccheri e un pH più alto rispetto a quello ottenuto da uve del sito **FVR-A**, a conferma di quanto riscontrato dall'analisi delle uve. I valori di acidità totale e azoto prontamente assimilabile dai lieviti (APA) sono risultati simili in entrambi i siti oggetto della prova **(Tabella 2.32)**.

PARAMETRI	FVR-A	FVR-B
Zuccheri (° Brix)	20,8	22,0
Acidità totale (g/L)	5,20	5,30
pH	3,15	3,21
APA	154,0	154,0

Tabella 2.32: Analisi dei mosti provenienti da uve Sangiovese dei siti FVR-A e FVR-B dell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa - FI), annata 2016.

2017

Nel 2017, analogamente a quanto osservato nell'annata precedente, e, in linea con quanto riscontrato dall'analisi delle bacche prelevate per la determinazione della curva di calibrazione, il mosto prodotto da uve del sito **FVR-B** ha presentato un maggior livello di zuccheri (22,2 Brix) rispetto al sito **FVR-A** (21,4 Brix). Inoltre, anche i valori di acidità e pH dei mosti sono risultati lievemente più alti in entrambi nel sito **FVR-B**. L'APA ha, in generale, presentato concentrazioni piuttosto basse rispetto al 2016; tuttavia le uve provenienti dal sito **FVR-B** hanno fatto rilevare un valore più alto rispetto al sito FVR-A **(Tabella 2.33)**.

PARAMETRI	FVR-A	FVR-B
Zuccheri (° Brix)	21,4	22,2
Acidità totale (g/L)	5,71	5,90
pH	3,11	3,12
APA	71,4	77,0

Tabella 2.33: Analisi dei mosti provenienti da uve Sangiovese dei siti FVR-A e FVR-B dell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa - FI), annata 2017.

Caratteristiche enologiche: analisi chimiche dei vini

2016

I vini prodotti nel 2016 hanno mostrato alcune differenze compositive, derivanti dalle caratteristiche delle uve. Le fermentazioni si sono svolte in maniera regolare, e in nessun vino si è avuta fermentazione malolattica. Dall'analisi chimica non emergono differenze tra i vini in relazione ai parametri densità, acidità totale e volatile, acido tartarico, citrico e lattico. Il vino del sito **FVR-B** ha presentato un livello lievemente più elevato di alcol effettivo e complessivo, una maggiore concentrazione di zuccheri e più alti valori di pH e polifenoli totali, a conferma di quanto osservato dall'analisi delle bacche e dei mosti. Inoltre, tale vino ha manifestato valori della concentrazione di acido malico, di estratto secco totale e non riduttore, di DO a 420 e 520 nm, di intensità e tonalità più alti rispetto al vino **FVR-A (Tabella 2.34)**.
Il vino del sito **FVR-A** ha, invece, presentato i più alti valori di antociani **(Tabella 2.34)**.
I valori dell'acidità risultano comunque abbastanza bassi, più consoni a livelli di maturazione più elevati. In particolare, il vino **FVR-B** si presenta con un pH decisamente elevato **(Tabella 2.34)**.
I due vini manifestano livelli limitati di estratto, che presuppongono, quindi, una non equilibrata corposità al gusto. Anche la colorazione di entrambi i vini appare un po' carente, con intensità non elevate, leggermente migliore nel caso del vino **FVR-B**, che, tuttavia, a seguito del pH elevato, mostra una tonalità spenta **(Tabella 2.34)**.

PARAMETRI	FVR-A	FVR-B
Alcol effettivo (% vol.)	12,19	12,32
Zuccheri (g/L)	1,5	1,8
Estratto secco totale (g/L)	21,5	23,7
Acidità totale (g/L)	4,3	4,2
Polifenoli totali (mg/L)	1516	1913
Antociani (mg/L)	201	177

Tabella 2.34: Parametri chimici dei vini dell'annata 2016, ottenuti da microvinificazioni di Sangiovese proveniente da due diversi siti, FVR-A e FVR-B, dell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa - FI).

2017

I vini **FVR-A** e **FVR-B** riflettono un buono stato di maturazione delle uve, a livello di zuccheri e conseguente grado alcolico. Le acidità si presentano contenute, i pH sostenuti, soprattutto nel caso di **FVR-B**. Entrambi i vini manifestano buoni valori di estratto, anche se non elevati. A livello cromatico appaiono abbastanza carenti, con colore non intenso e tonalità brune, in particolare **FVR-B**. La concentrazione in antociani risulta, infatti, piuttosto bassa **(Tabella 2.35)**.

Dall'analisi chimica dei vini prodotti nel 2017 non emergono sostanziali differenze in relazione ai parametri densità, estratto secco totale e non riduttore, acido lattico e citrico, DO a 420 nm. Il vino del sito **FVR-A** ha presentato una concentrazione di acido malico e di antociani e una tonalità lievemente maggiore. Il vino del sito **FVR-B** ha, invece, mostrato un livello lievemente più elevato di zuccheri, alcol effettivo e complessivo, pH, acidità totale e polifenoli totali, confermando quanto osservato dall'analisi delle uve e dei mosti. Inoltre, tale vino ha presentato valori più alti di acido tartarico, intensità e DO a 520 nm **(Tabella 2.35)**.

PARAMETRI	FVR-A	FVR-B
Alcol effettivo (% vol.)	12,2	12,89
Zuccheri (g/L)	1,0	1,2
Estratto secco totale (g/L)	26,4	26,3
Acidità totale (g/L)	5,12	5,87
Polifenoli totali (mg/L)	1993	2100
Antociani (mg/L)	117	112

Tabella 2.35: Parametri chimici dei vini dell'annata 2017, ottenuti da microvinificazioni di Sangiovese proveniente da due diversi siti, FVR-A e FVR-B, dell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa - FI).

Caratteristiche enologiche: analisi sensoriali dei vini

2016

Il vino **FVR-A**, prodotto nell'annata 2016, ha presentato una colorazione rosso rubino scarica e medi riflessi violacei **(Figura 2.48)**. L'aspetto olfattivo è risultato poco intenso, con un odore delicato di rosa e frutta rossa acerba. Al gusto è apparso lievemente acido piuttosto amarognolo e poco strutturato **(Figura 2.49)**.
A livello di gradevolezza visiva il vino **FVR-A** si è connotato per una tonalità discreta, ma scarsa intensità, raggiungendo un giudizio pari a 6,71. La gradevolezza olfattiva è risultata scarsa (6,62). Anche per quanto riguarda la gradevolezza gustativa il vino **FVR-A** ha ricevuto una valutazione sufficiente, ma non particolarmente alta, pari a 6,5. A livello complessivo, il giudizio espresso ha prodotto un punteggio di 6,44 su 10 **(Figura 2.49)**.
Il vino **FVR-B**, prodotto nell'annata 2016, si è distinto per un buon aspetto visivo, caratterizzato da una colorazione rosso rubino abbastanza intensa e riflessi aranciati. L'aspetto olfattivo è risultato discreto, con note delicate e non molto intense di fruttato. A livello gustativo, il vino **FVR-B** si è mostrato astringente ed amarognolo, con una acidità contenuta e non molto strutturato **(Figura 2.48)**.
La gradevolezza visiva ha raggiunto un punteggio di 7,3, grazie alla buona intensità di color rubino e ai riflessi su tono **(Figura 2.49)**. A livello di gradevolezza olfattiva, il vino **FVR-B**, delicato e poco intenso, ha raggiunto un punteggio di 6,74. Al gusto è risultato tannico, leggermente amarognolo, ottenendo una valutazione comples-

Figura 2.48: Profilo sensoriale dei vini ottenuti da microvinificazioni di Sangiovese, proveniente da due diversi siti, FVR-A e FVR-B, dell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa - FI), annata 2016.

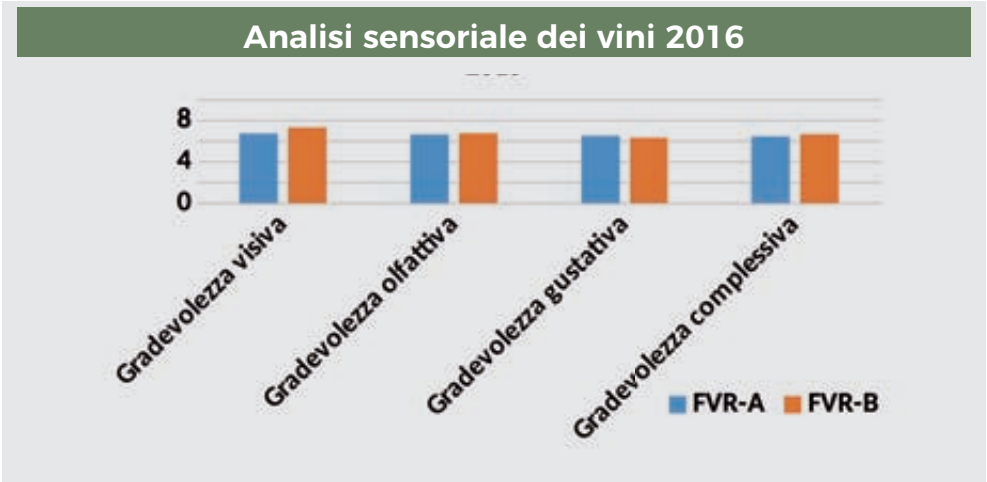


Figura 2.49: Test di gradevolezza dei vini ottenuti da microvinificazioni di Sangiovese proveniente da due diversi siti, FVR-A e FVR-B, dell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa - FI), annata 2016.

siva della gradevolezza pari 6,3. Il giudizio d'insieme descrive il vino **FVR-B**, come un prodotto discreto, con un colore già evoluto, poco profumato e di gusto poco equilibrato; il punteggio medio raggiunto è risultato 6,63 su 10 **(Figura 2.49)**.
In generale il vino **FVR-B** è stato gradito maggiormente dal panel di degustatori addestrati a livello visivo, olfattivo e complessivo, mentre **FVR-A** ha ottenuto un punteggio più alto a livello gustativo (**Figura 2.49**).

2017

Il vino **FVR-A**, prodotto nel 2017, ha presentato una colorazione rosso rubino scarica e medi riflessi violacei **(Figura 2.50)**. L'aspetto olfattivo è risultato poco intenso, con delicate note di fiori e frutta rossa, mentre al gusto si è mostrato lievemente acido, e con una debole struttura **(Figura 2.50)**. La gradevolezza visiva riflette una tonalità scarsa e ha raggiunto un punteggio di 6,31 **(Figura 2.50)**. A livello olfattivo, il vino **FVR-A** ha ottenuto dal panel di degustazione un punteggio di 6,75, mentre al gusto una valutazione pari a 5,78 **(Figura 2.51)**. A livello di gradevolezza complessiva, il vino **FVR-A** ha raggiunto un punteggio di 6,06 su 10 **(Figura 2.51)**.
Il vino **FVR-B**, prodotto nell'annata 2017, si è connotato per un aspetto visivo discreto, legato a una colorazione rosso rubino scarico con delicati riflessi su tono **(Figura 2.50 e Figura 2.51)**.
All'olfatto è apparso pulito e sono emerse note fiorali e fruttate delicate e poco intense, mentre al gusto il vino **FVR-B** è risultato astringente ed amarognolo, con una media acidità e media struttura **(Figura 2.50)**.
Il test di gradevolezza visiva ha confermato una colorazione scarica, producendo

Figura 2.50: Profilo sensoriale dei vini ottenuti da microvinificazioni di Sangiovese proveniente da due diversi siti, FVR-A e FVR-B, dell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa - FI), annata 2017.

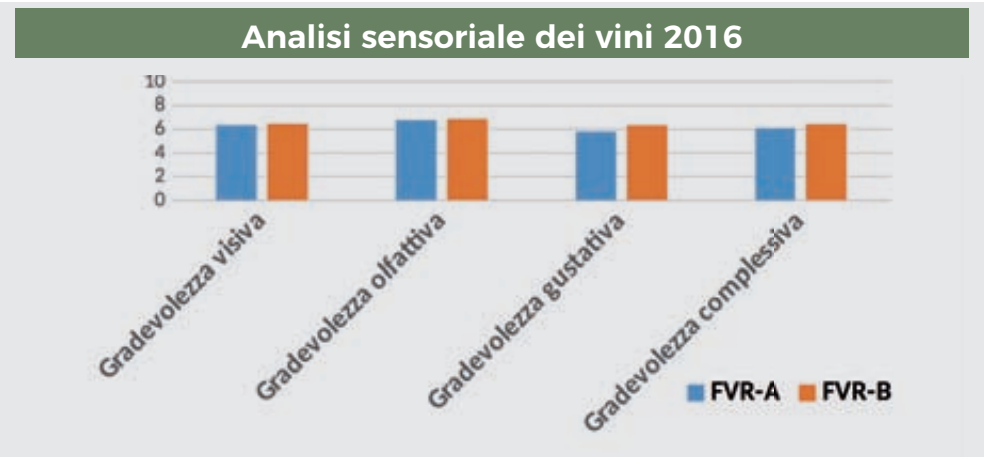


Figura 2.51: Test di gradevolezza dei vini dei vini ottenuti da microvinificazioni di Sangiovese proveniente da due diversi siti, FVR-A e FVR-B, dell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa - FI), annata 2017.

un punteggio di 6,44. La gradevolezza olfattiva ha ottenuto una valutazione pari a 6,84 **(Figura 2.51)**. A livello di gusto, il vino **FVR-B**, in virtù dei descrittori sopra elencati ha raggiunto un punteggio di 6,30. Per quando riguarda la gradevolezza complessiva, il prodotto, di colore già evoluto, poco profumato e di gusto poco equilibrato, è risultato discreto, ottenendo un punteggio medio 6,41 su 10 **(Figura 2.51)**. Nel test di gradevolezza il vino **FVR-B** ha ottenuto giudizi più alti a livello visivo, olfattivo, gustativo e complessivo rispetto al vino **FVR-A** (**Figura 2.51**).

CAPITOLO 2.2

2.2.1 RELAZIONI TRA LIVELLO DI ESPOSIZIONE, CLIMA, INDICE DI WINKLER E DATI AGRONOMICI

CASA VINICOLA MELINI

Dati Climatologici

2016

I dati climatologici nei siti di Gaggiano sono stati valutati nel periodo vegetativo della vite (aprile-ottobre) (**Figura 2.52** e **Figura 2.53**).
Dall'analisi della sommatoria delle temperature medie mensili, nel 2016, si evince che il mese più caldo è stato luglio (748 GG), seguito da agosto (728 GG) e settembre (604 GG). L'indice di Winkler è risultato pari a 1908,1 gradi giorno (GG).
Relativamente alla precipitazione cumulata (Figura 2), i siti del vigneto 20 AB1 e 11 sono stati interessati complessivamente da 341 mm: i valori più bassi sono stati registrati ad agosto (24,2 mm), mentre i mesi in cui le precipitazioni piovose sono risultate più cospicue (80,4 mm) sono stati aprile ed ottobre (**Figura 2.53**). La radiazione fotosinteticamente attiva (PAR) utile è risultata pari a 3954,1 (MJ/m^2): la somma dei valori ottenuti giornalmente ha assunto il valore più alto nel mese di agosto (785,12 MJ/m^2) e più basso ad ottobre (287,52 MJ/m^2).

2017

La temperatura media nel periodo aprile-ottobre è risultata superiore di 1,5 °C rispetto all'annata precedente, con picchi di 42 °C in data 4 agosto (**Figura 2.52**).
Nel 2017, come si evince dall'analisi delle sommatorie delle temperature medie mensili, il mese più caldo, nell'arco di tempo esaminato, è risultato agosto (838 GG), seguito da luglio (786 GG) e giugno (717 GG).
L'indice di Winkler è risultato pari a 2216,95 gradi giorno (GG).
Relativamente alla precipitazione cumulata (**Figura 2.53**) i siti del vigneto 20 AB1 e 11 sono stati interessati da 271,3 mm: i valori più bassi sono stati registrati ad agosto (5,8 mm), mentre il mese in cui le precipitazioni si sono manifestate più abbondanti è stato settembre (136,3 mm) (**Figura 2.53**).
La radiazione fotosinteticamente attiva (PAR) è risultata pari a 4370,20 (MJ/m^2): la

somma dei valori ottenuti giornalmente ha presentato il valore più alto nel mese di luglio (811,27 MJ/m^2) e più basso ad ottobre (353,17 MJ/m^2).

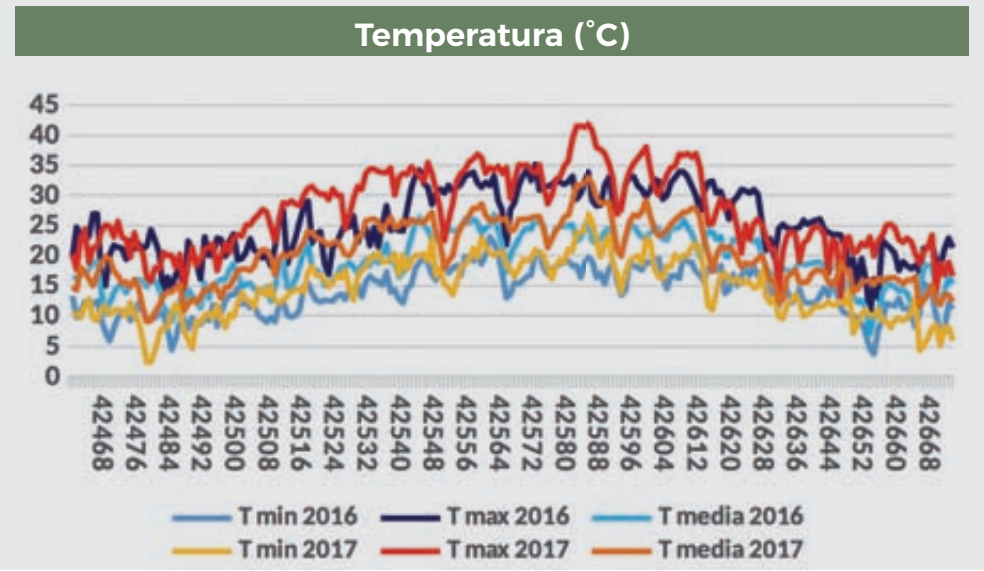


Figura 2.52: Andamento delle temperature minime, medie e massime nel periodo aprile-ottobre, nelle aree soggette a zonazione sito specifica dell'Azienda Casa Vinicola Melini (Gaggiano - SI), annate 2016 e 2017.

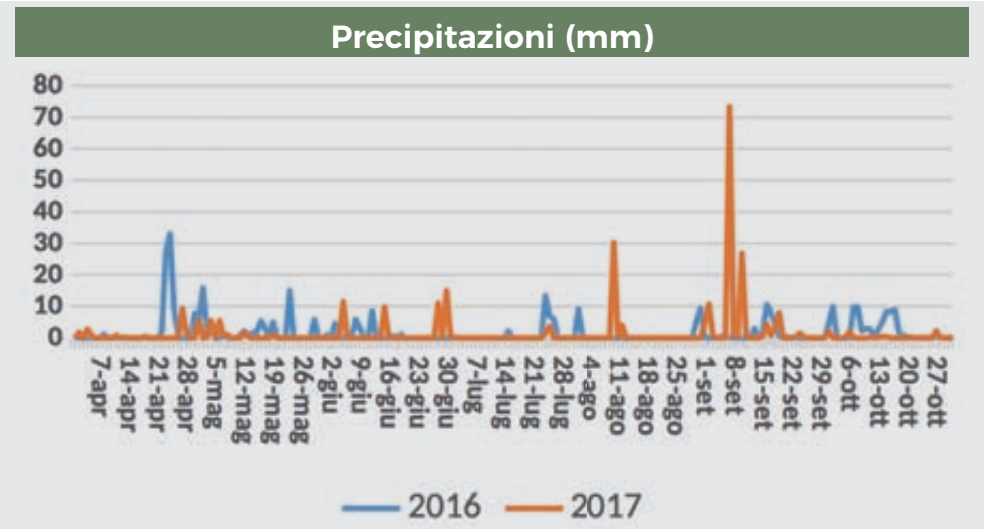


Figura 2.53: Andamento delle precipitazioni nel periodo aprile-ottobre, nelle aree soggette a zonazione sito specifica dell'Azienda Casa Vinicola Melini (Gaggiano - SI), annate 2016 e 2017.

Relazioni tra Indice di Winkler e parametri agronomici

2016

Nel **vigneto 20 AB1**, nell'annata 2016, è stato registrato un indice di Winkler (aprile-ottobre) pari a 1908,10 gradi giorno (GG). Il principio del germogliamento, è avvenuto tuttavia in data 25 Marzo, ben prima dell'intervallo considerato dall'Indice di Winkler a testimonianza del cambiamento climatico in atto (Schultz and Jones, 2010; Jones, 2012) che probabilmente costringerà a rivedere molte impostazioni scientifiche acquisite. L'inizio della fioritura si è susseguito in un arco di tempo di 6 giorni, in funzione dei diversi siti (21-27 maggio). Il raggiungimento della piena invaiatura in tutti il vigneto ha riguardato un periodo di 7 giorni, dal 23 al 30 luglio.
Nel caso del **vigneto 11**, sono stati registrati per l'annata 2016 gli stessi valori dell'indice di Winkler del vigneto **20 AB1**. Tuttavia, l'inizio del germogliamento è stato registrato con un anticipo di 4 giorni rispetto al **vigneto 20 AB1**. Nel **vigneto 11**, l'inizio della fioritura è avvenuto il 22 e 23 di maggio, mentre la piena invaiatura è stata raggiunta in tutti i siti in un periodo compreso tra il 20 ed il 25 luglio.
La sommatoria delle temperature medie mensili nel 2016, ha evidenziato un'estate calda, caratterizzata da 600 GG a giugno, 747,7 GG a luglio, 728 GG ad agosto e 604 GG nel mese di settembre.

2017

Nel 2017, l'indice di Winkler è risultato maggiore rispetto all'annata precedente e ha raggiunto valori di 2216,95 GG. La sommatoria delle temperature medie nei mesi di giugno (717 GG), luglio (786 GG) e agosto (838 GG), conferma le peculiari condizioni del periodo estivo nell'annata 2017. Solamente il mese di settembre ha presentato una sommatoria inferiore (540,2 GG) rispetto a quella rilevata nell'annata precedente (603,9 GG).
In ognuno dei vigneti oggetto della prova, è emerso un anticipo generale della fase di inizio germogliamento e piena invaiatura rispetto all'annata precedente. Tuttavia, la fase fenologica di inizio fioritura, come nel 2016, è stata registrata al principio della terza decade di maggio.
Nel **vigneto 20 AB1** l'inizio del germogliamento è stato osservato in un periodo che va dall'8 al 13 marzo, in funzione dei diversi siti. Analogamente al 2016, la fase di piena invaiatura, seppure in netto anticipo, è stata raggiunta scalarmente nei diversi siti, in un arco di tempo di 6 giorni.
Nel **vigneto 11**, l'inizio germogliamento è stato registrato in data 17 marzo, mentre il principio della fioritura il 22-23 maggio. La piena invaiatura è stata, invece, rag-

giunta in maniera scalare, all'interno dei diversi siti, in un arco di tempo di 5 giorni, dal 13 al 17 luglio.
In generale, le elevate temperature nei mesi estivi (**Figura 2.52**) potrebbero avere contribuito a produrre l'anticipo della fase di piena invaiatura registrato, rispetto al 2016, in tutti i vigneti della prova. Si è, inoltre, evidenziato un repentino processo di maturazione delle uve, in parte dovuto alle elevate temperature nel mese di agosto (**Figura 2.52**), in cui si sono raggiunte massime di 42°C, associate ad una stagione particolarmente siccitosa (**Figura 2.53**).

Relazioni tra Indice di Winkler e parametri enologici

2016

Nell'annata 2016, caratterizzata da valori dell'indice di Winkler pari a 1908,10 gradi giorno (**Figura 2.54**), nel **vigneto 20 AB1** sono stati prodotti mosti con un livello medio di zuccheri pari a 212,95 (g/L), di acidità totale pari a 6,2 g/L, di pH pari a 3,27 e di APA pari a 86,1 mg/L. I vini derivati presentavano valori di alcol effettivo compreso tra 13,22 e 14,26 (% vol.), pH pari a 3,48, acidità totale in un range di 7,27 e 7,52 g/L, concentrazioni di polifenoli totali corrispondenti a valori compresi tra 2201 e 2501 mg/L e di antociani tra 399 e 461 mg/L.
Dalle uve del **vigneto 11** sono, stati prodotti mosti con valori medi di zuccheri pari a 221 g/L, di acidità totale pari a 5 g/L, di pH pari a 3,37 e azoto prontamente assimilabile pari a 117,55 mg/L.
I vini del **vigneto 11** presentavano valori di alcol effettivo compresi tra 13,58 e 14,24 (% vol.), pH tra 3,55 e 3,65, acidità totale in un range di 6,20 e 6,78 g/L, concentrazioni di polifenoli totali corrispondenti a valori compresi tra 2250 e 2388 mg/L e di antociani tra 347 e 390 mg/L.

2017

L'annata 2017, si è distinta dalla precedente per valori più elevati (**Figura 2.54**) dell'indice di Winkler (2216,95 GG). La sommatoria delle temperature medie mensili a giugno (717 GG), luglio (786 GG) e agosto (838 GG), riflette la straordinarietà della stagione estiva. Per via di tali condizioni, la data di raccolta, nei diversi vigneti, è stata anticipata alla prima settimana di settembre, di 12-26 giorni rispetto all'annata precedente, in funzione del sito, in modo del tutto eccezionale per la cultivar Sangiovese, che viene generalmente vendemmiata a fine settembre-inizio ottobre. Infatti, al momento della raccolta, le uve presentavano già elevati valori di

zuccheri che, nell'annata precedente, sono stati raggiunti solamente a partire dalla seconda decade di settembre.

Nello specifico dalle uve del **vigneto 20 AB1**, si sono ottenuti mosti con un livello medio di zuccheri pari a 232,7 (g/L), di acidità totale pari a 4,71 g/L, di pH pari a 3,40 e di APA pari a 103,2 mg/L. I vini derivati presentavano valori di alcol effettivo elevati compresi tra 14,11 e 15,04 (% vol.), pH tra 3,29 e 3,48, acidità totale in un range di 5,75 e 6,53 g/L, concentrazioni di polifenoli totali corrispondenti a valori

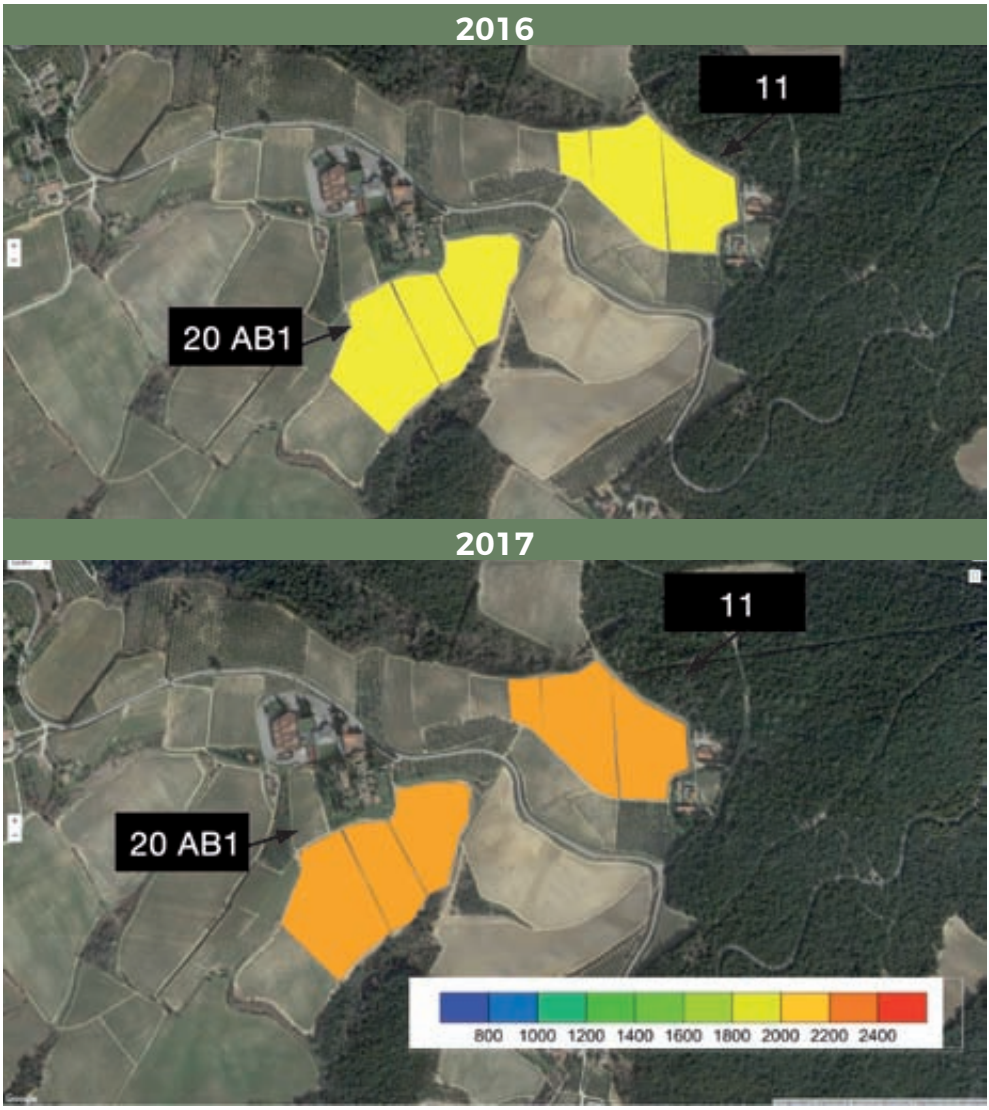


Figura 2.54: Indice di Winkler, nelle aree soggette a zonazione sito specifica dell'Azienda Casa Vinicola Melini (Gaggiano - SI), annate 2016 e 2017.

compresi tra 2209 e 2623 mg/L e di antociani tra 254 e 261 mg/L.
Dalle uve del **vigneto 11** sono stati, invece, prodotti mosti con un livello medio di zuccheri pari a 229,8 (g/L), di acidità totale pari a 4,77 g/L di pH pari a 3,36 e di APA pari a 121,3 mg/L.
I vini derivati presentavano valori di alcol effettivo compresi tra 14,06 e 14,69 (% vol.), pH tra 3,41 e 3,44, acidità totale in un range di 6,42 e 6,67 g/L, concentrazioni di polifenoli totali corrispondenti a valori compresi tra 2387 e 2721 mg/L e di antociani tra 259 e 277 mg/L.
In generale, i vini prodotti nell'annata 2017, hanno presentato un alcol effettivo elevato, superiore a 14 % vol. Inoltre, rispetto all'annata precedente, in tutti i vini prodotti è stato riscontrato un calo della concentrazione degli antociani, che potrebbe essere legato alle elevate temperature raggiunte a fine luglio ed agosto (periodo in cui è avvenuta la maturazione dell'uva), che potrebbero avere accentuato lo sfasamento tra maturità fenolica e tecnologica della bacca.

FATTORIA VECCHIA ROCCA

Dati Climatologici

2016

I dati climatologici nei siti di Barberino Val d'Elsa sono stati valutati nel periodo vegetativo della vite (aprile-ottobre) **(Figura 2.55)**. Dall'analisi della sommatoria delle temperature medie mensili, nel 2016, si evince che il mese più caldo è stato luglio (771 GG), seguito da agosto (697 GG) e da giugno (601 GG). L'indice di Winkler è risultato pari a 1874,41 gradi giorno (GG). Relativamente alla precipitazione cumulata, entrambi i siti sono stati interessati da 560 mm: i valori più bassi sono stati registrati a luglio (9,8 mm), mentre i mesi in cui le precipitazioni piovose sono risultate più cospicue sono stati aprile (148 mm) ed ottobre (130 mm); nel periodo luglio-agosto-settembre sono piovuti complessivamente 137 mm (**Figura 2.56**).
La radiazione fotosinteticamente attiva è risultata pari a 3742,22 (MJ/m^2): la somma dei valori ottenuti giornalmente ha assunto il valore più alto nel mese di agosto (735,58 MJ/m^2) e più basso ad ottobre (283,33 MJ/m^2).

2017

Nel 2017, come si evince dall'analisi delle sommatorie delle temperature medie mensili, il mese più caldo, nell'arco di tempo esaminato, è risultato agosto (761

GG), seguito da luglio (742 GG) e giugno (686 GG). L'indice di Winkler è risultato pari a 1916,55 gradi giorno. Relativamente alla precipitazione cumulata, i siti sono stati interessati da 206 mm **(Figura 2.55)**: i valori più bassi sono stati registrati ad ottobre (1,25 mm). Nel periodo luglio-agosto-settembre sono piovuti complessivamente 133 mm (**Figura 2.56**), concentrati principalmente settembre (87,7 mm), mese in cui le precipitazioni sono risultate più abbondanti nel periodo aprile-ottobre

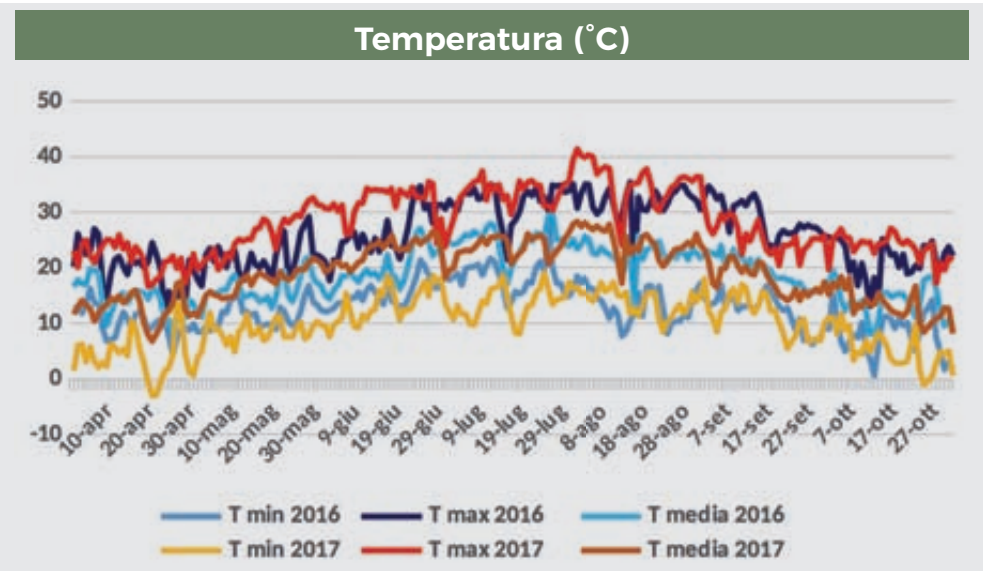


Figura 2.55: Andamento delle temperature nel periodo aprile-ottobre, nelle aree soggette a zonazione sito specifica nell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa - FI), annate 2016 e 2017.

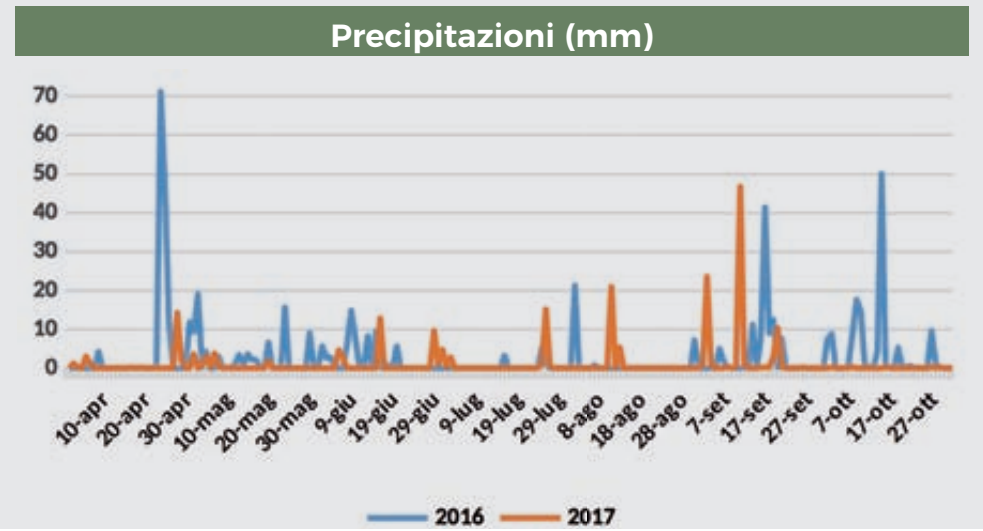


Figura 2.56: Andamento delle precipitazioni nel periodo aprile-ottobre, nelle aree soggette a zonazione sito specifica nell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa - FI), annate 2016 e 2017.

(**Figura 2.56**). La radiazione fotosinteticamente attiva è risultata pari a 4257,97 (MJ/m^2): la somma dei valori ottenuti giornalmente ha presentato il valore più alto nel mese di luglio (785,05 MJ/m^2) e più basso a ottobre (326,38 MJ/m^2).

Relazioni tra Indice di Winkler e parametri agronomici

2016

Nei vigneti FVR-A e FVR-B, il germogliamento ha avuto inizio nella terza decade di marzo (26 marzo), l'inizio fioritura è stato rilevato il 24 maggio, mentre la piena invaiatura è stata registrata il 25 luglio **(Tabella 2.26)**.
L'annata 2016 è stata caratterizzata da valori dell'indice di Winkler pari a 1874,41 GG (**Figura 2.57**).

2017

Nel 2017, nei vigneti **FVR-A** e **FVR-B** è emerso un anticipo generale dell'inizio del germogliamento rispetto all'annata precedente (18 giorni). In entrambi i vigneti, come nel 2016, l'inizio della fioritura è stato rilevato in data 24 maggio. La piena invaiatura è stata registrata il 20 luglio, con un anticipo di 5 giorni rispetto al 2016 **(Tabella 2.27)**. Nel 2017, è stato registrato un valore dell'indice di Winkler (1916,55 GG) maggiore rispetto al 2016 (1874,41 GG), che potrebbe spiegare l'anticipo di quest'ultima fase fenologica. Infatti, la sommatoria delle temperature medie nei mesi aprile-luglio è risultata maggiore nell'annata 2016, rispetto al 2017.

Relazioni tra Indice di Winkler e parametri enologici

2016

L'annata 2016 è stata caratterizzata da valori dell'indice di Winkler pari a 1874,41 GG nei vigneti **FVR-A** e **FVR-B (Figura 2.57).** Il mese più caldo è stato luglio (771 GG), seguito da agosto (697 GG) e giugno (601 GG). La piena invaiatura è stata registrata nell'ultima settimana di luglio (25 luglio) e i grappoli sono stati raccolti in data 3 ottobre. Nel 2017, sono stati prodotti mosti con un livello medio di zuccheri pari a 21,4 Brix, di acidità totale pari a 5,25 g/L, di pH pari a 3,18 e azoto prontamente assimilabile (APA) pari a 154 mg/L. I vini ottenuti hanno presentato un valore medio di alcol effettivo pari a 12,36 (% vol.), di pH pari a 3,59, di acidità totale pari a 4,25 g/L, della concentrazione di polifenoli totali pari a 1714,5 mg/L e di antociani pari a 189 mg/L.

2017

Nell'annata 2017, caratterizzata da più elevati valori dell'indice di Winkler (1916,55 GG) rispetto al 2016, il mese più caldo, nel periodo aprile-ottobre, è stato, come si evince dalla sommatoria delle temperature medie mensili, agosto (761 GG), seguito da luglio (742 GG) e giugno (686 GG). Queste peculiari condizioni termiche, che si connotano per le elevate temperature estive, hanno contribuito a produrre un

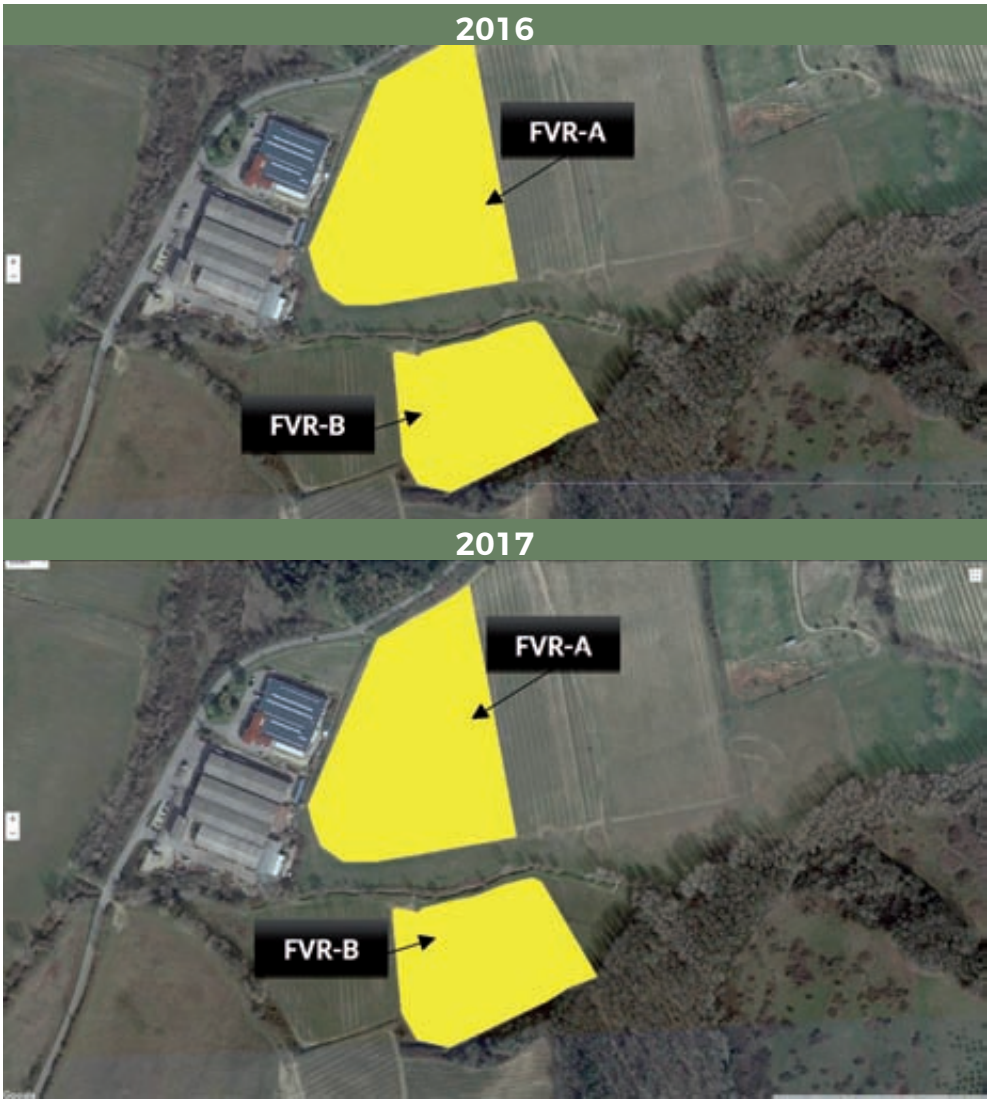


Figura 2.57: Indice di Winkler, nelle aree soggette a zonazione sito specifica dell'Azienda Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa, FI), annate 2016 e 2017.

anticipo di 5 giorni nel raggiungimento della fase di piena invaiatura e, di circa un mese, della vendemmia. Le uve, in data di raccolta (6 settembre), piuttosto anticipata per la varietà Sangiovese, oggetto della prova, presentavano complessivamente uno stato di maturazione tecnologica molto avanzato, come dimostrato dalla elevata concentrazione in zuccheri (22,8 Brix) e dal conseguente grado alcolico raggiunto nei vini da esse derivati. Tale aspetto era evidente anche nei mosti, che hanno presentato un livello medio di zuccheri pari a 21,8 Brix, di acidità totale pari a 5,81 g/L, di pH pari a 3,11 e azoto prontamente assimilabile pari a 74,2 mg/L. I vini ottenuti nel 2017 si caratterizzavano per un valore medio di alcol effettivo pari a 12,55 (% vol.), di pH pari a 3,53, acidità totale di 5,50 g/L, della concentrazioni di polifenoli totali pari a 2046,5 mg/L e di antociani pari a 114,5 mg/L. In generale, oltre all'elevato grado alcolico dei vini, soprattutto in relazione al fatto che le uve sono state eccezionalmente raccolte la prima settimana di settembre, le acidità si sono manifestate contenute ed i pH sostenuti. Questo, potrebbe essere, in parte, legato, alle elevate temperature durante la fase di maturazione, **Figura 2.55**.

Inoltre, a livello cromatico i vini sono apparsi abbastanza carenti, con colore non intenso, tonalità brune e con una concentrazione in antociani non particolarmente marcata **(Figura 2.50)**. L'aumento della temperatura della bacca, potrebbe avere contribuito ad inibire lo sviluppo del colore (Bergqvist et al., 2001, Mori et al., 2005), influenzando negativamente la concentrazione degli antociani, rispetto all'annata precedente (791 mg/L, 2017 *vs* 1181,5 g/L, 2016), con riflessi diretti anche sul vino (114,5 mg/L, 2017 *vs* 189 g/L, 2016).

2.2.2 RELAZIONI TRA PARAMETRI AGRONOMICI E CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE

Al fine di determinare eventuali interazioni tra vitigno ed ambiente, le risposte fenologiche, quantitative e qualitative dei vigneti di Sangiovese oggetto dell'indagine sono state messe in correlazione con 5 caratteristiche del terreno selezionate al fine di non incorrere in correlazioni spurie: la percentuale di sostanza organica del terreno e la sua concentrazione di N totale, che nel loro insieme possono esprimere il il livello di fertilità chimica e biologica del terreno, e le percentuali di sabbia, limo e argilla che possono invece esprimere il livello di fertilità fisica dei terreni. Al fine della determinazione delle correlazioni, per ciascuna caratteristica del terreno è stato utilizzato il valore medio dell'intero profilo (da 0 a 120 cm di profondità). Sulla base dei risultati dell'analisi delle correlazioni, per quelle più "strette" ($r > 0,79$) si è provveduto all'analisi della regressione. Come noto, infatti, lo studio della correlazione (che ha lo scopo di evidenziare un legame di interdipendenza tra le variabili statistiche e quindi di verificare che esse si influenzino reciprocamente) si premette allo studio della regressione, perché se tra le variabili non si evidenziasse alcun legame, esse non possono essere considerate dipendenti. L'analisi della correlazione permette, attraverso il coefficiente di correlazione «r» di misurare l'intensità e la direzione di una associazione lineare tra due variabili quantitative, non necessariamente legate direttamente tra loro da rapporto causa-effetto, che comunque variano congiuntamente (si considera apprezzabile una intensità di +0,7 o -0,7 se la variazione è nella stessa direzione o in direzione opposta). Verificata l'esistenza di associazioni, si è passati alla verifica dal legame di dipendenza, cioè all'analisi della regressione che esprime, attraverso un coefficiente di determinazione r^2, la proporzione di variazione totale della variabile dipendente spiegata da quella indipendente.

CASA VINICOLA MELINI

Relazioni tra fasi fenologiche e caratteristiche dei suoli

L'inizio germogliamento (calcolato in numero di giorni dal 1° marzo) è risultato correlato con alcune caratteristiche fisiche e chimiche del terreno rilevate nei primi 100 cm di profondità.

Nel 2016 l'inizio del germogliamento è risultato tendenzialmente più precoce nei suoli con maggiore presenza di sabbia e a maggiore pendenza e più tardivo in quelli più ricchi di azoto totale (in termini relativi) (**Figura 2.58**). Di contro, nel 2017,

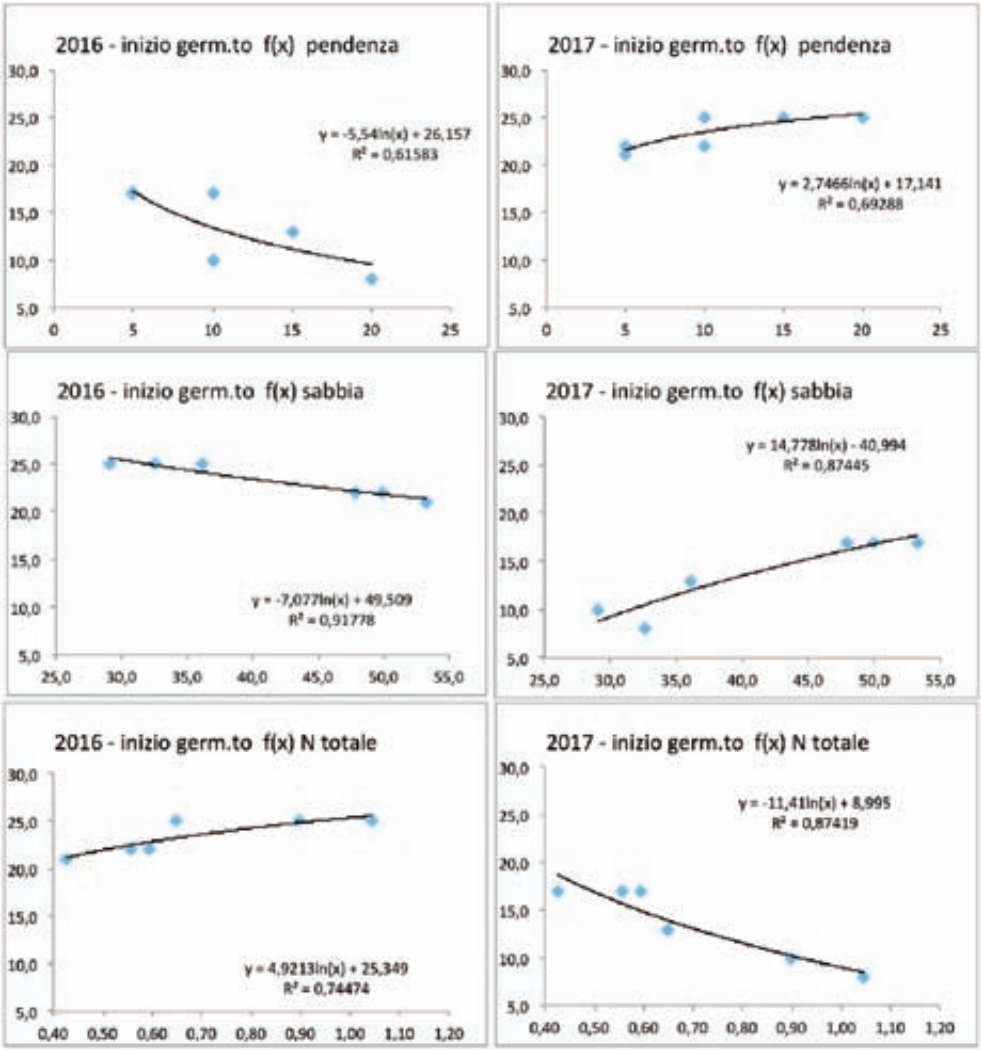


Figura 2.58: Correlazioni tra l'epoca di germogliamento (gg in ordinate) e alcune caratteristiche fisiche e chimiche del terreno.

l'inizio del germogliamento è risultato tendenzialmente più precoce nei suoli con minore presenza di sabbia e minore pendenza, e più tardivo in quelli con minore presenza di N totale.

Le osservazioni di cui sopra si basano sulle conoscenze fisiologiche della fase di germogliamento. Questa fase fenologica è controllata, infatti, sia da fattori esterni (temperatura media giornaliera) che interni (ormoni e citochinine, sintetizzate nelle radici e trasportate verso la parte epigea in seguito alla ripresa dell'attività di assorbimento radicale); l'epoca di germogliamento risente, quindi, dell'equilibrio

che di anno in anno viene raggiunto dai due fattori succitati e tale equilibrio è influenzato da variabili quali l'andamento climatico, la fertilità, la tessitura del suolo, la sua esposizione e giacitura. In particolare, l'esposizione verso S-E **del vigneto 11**, in genere, ha accelerato il raggiungimento delle principali fasi fenologiche anche se talvolta in interazione con la natura del terreno (es. sito 20.2) (**Tabella 2.36**).
L'inizio fioritura e l'invaiatura (entrambe calcolate come numero di giorni dal 1 marzo) sono risultate correlate con alcune caratteristiche chimiche del terreno rilevate nei primi 100 cm di profondità (**Figura 2.59 e 2.60**). Nel biennio 2016-17,

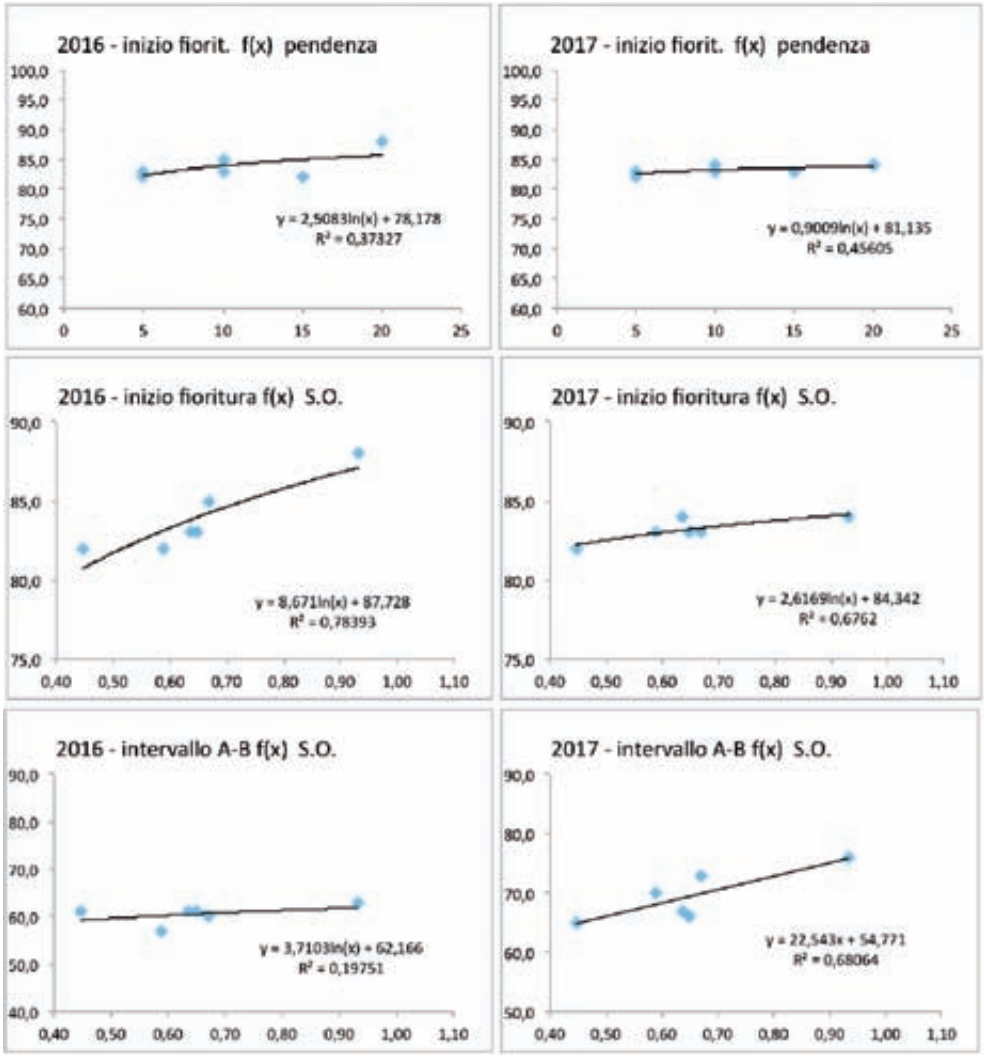


Figura 2.59: Correlazioni tra l'epoca di inizio fioritura (gg in ordinate) e alcune caratteristiche fisiche e chimiche del terreno.

a maggiori concentrazioni di sostanza organica (S.O.) dei terreni sono corrisposte epoche di inizio fioritura e di invaiatura più tardive. Analoghe considerazioni possono ritenersi valide anche per il rapporto con la tardività di queste fasi e la pendenza del terreno.

Nell'annata più calda e siccitosa (2017) questa relazione è risultata più stretta soprattutto se analizzata in termini di intervallo tra l'inizio della fioritura e l'invaiatura. La fertilità e la freschezza del terreno (maggior presenza di macro-elementi ed acqua) prolungano temporalmente le singole fasi fenologiche della vite, poiché

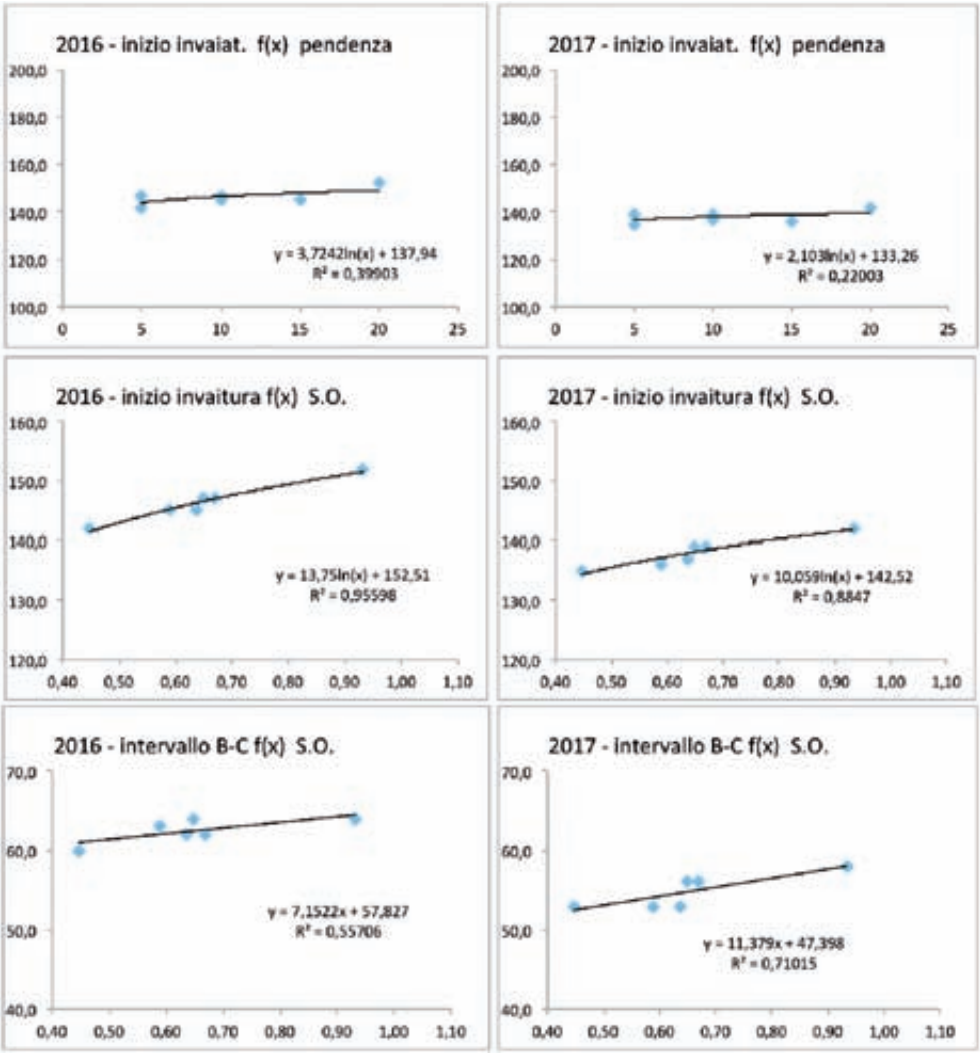


Figura 2.60: Correlazioni tra l'epoca di inizio invaiatura (gg in ordinate) e alcune caratteristiche fisiche e chimiche del terreno.

quest'ultima, in condizioni favorevoli, tende a privilegiare il sotto-ciclo vegetativo a discapito del sotto-ciclo riproduttivo.

				Fenologia - giorni dal 1 marzo				
SITI		Soil Taxonomy	FAO Tax.	Inizio germ.nto (A)	Inizio fioritura (B)	invaiatura (C)	Intervallo A-B	Intervallo B-C
						2016		
20.1	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	25	88	152	63	64
20.3	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	25	85	147	60	62
11.1	S-E	A. Haplustepts	Calcaric Stagnic Cambisol	22	83	147	61	64
20.2	N	T. Haplustepts	Endoskeletic Cambisols	25	82	145	57	63
11.3	S-E	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	22	83	145	61	62
11.2	S-E	T.Ustorthents	Calcaric Regosol	21	82	142	61	60
						2017		
20.1	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	8	84	142	76	58
20.3	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	10	83	139	73	56
11.1	S-E	A. Haplustepts	Calcaric Stagnic Cambisol	17	83	139	66	56
11.3	S-E	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	17	84	137	67	53
20.2	N	T. Haplustepts	Endoskeletic Cambisols	13	83	136	70	53
11.2	S-E	T.Ustorthents	Calcaric Regosol	17	82	135	65	53

Tabella 2.36: Compimento delle principali fenologhe della vite in relazione al tipo di terreno (dati in ordine decrescente di tardività).

Relazioni tra curve di maturazione e caratteristiche dei suoli

Tenore zuccherino delle uve

2016

Nel 2016, ad inizio campionamento (30 agosto), le uve dei tre siti del **vigneto 20 AB1** presentavano valori simili del tenore zuccherino nelle uve. In fase di raccolta, invece, il contenuto di zuccheri nelle bacche era differente, ed in particolare il valore raggiunto nel sito 20.2 (24,4 °Brix) è risultato maggiore rispetto ai valori evidenziati nei siti 20.1 e 20.3 (per entrambi 23,1 °Brix). Dal punto di vista strettamente pedologico, l'accumulo di zuccheri nelle uve è risultato negativamente correlato a parametri quali la Sostanza Organica e l'Azoto Totale (**Figura 2.61**); in quest'ottica possono essere interpretate le differenze nel tenore di zuccheri nelle uve dei tre siti del **vigneto 20 AB1**.

Nello stesso anno, ad inizio campionamento,, le uve dei tre siti del **vigneto 11** presentavano, invece, rispetto ai tre siti del **vigneto 20 AB1,** già valori marcatamente diversi nel contenuto in zuccheri delle uve, differenze che si sono mantenute e acuite al momento della raccolta. In particolare, il valore raggiunto nel sito 11.2 (27,3 °Brix) è risultato sensibilmente più alto rispetto ai valori evidenziati nei siti 11.3 e

11.1 (24,3 Brix e 23,2 Brix rispettivamente). Dal punto di vista strettamente pedologico, tali differenze sono riconducibili a quanto esposto precedentemente.
Le differenze nel contenuto zuccherino delle uve che si sono evidenziate all'interno di ciascun vigneto per i tre siti selezionati, risultano meno marcate nel confronto tra i due vigneti poiché in termini relativi, le caratteristiche pedologiche, con riferimento ai parametri chimico-fisici di cui sopra, hanno determinato nel **vigneto 20 AB1** un allungamento della fase di maturazione (vedi data di raccolta) rispetto al **vigneto 11**, consentendo quindi un più lento, ma progressivo, accumulo di zuccheri

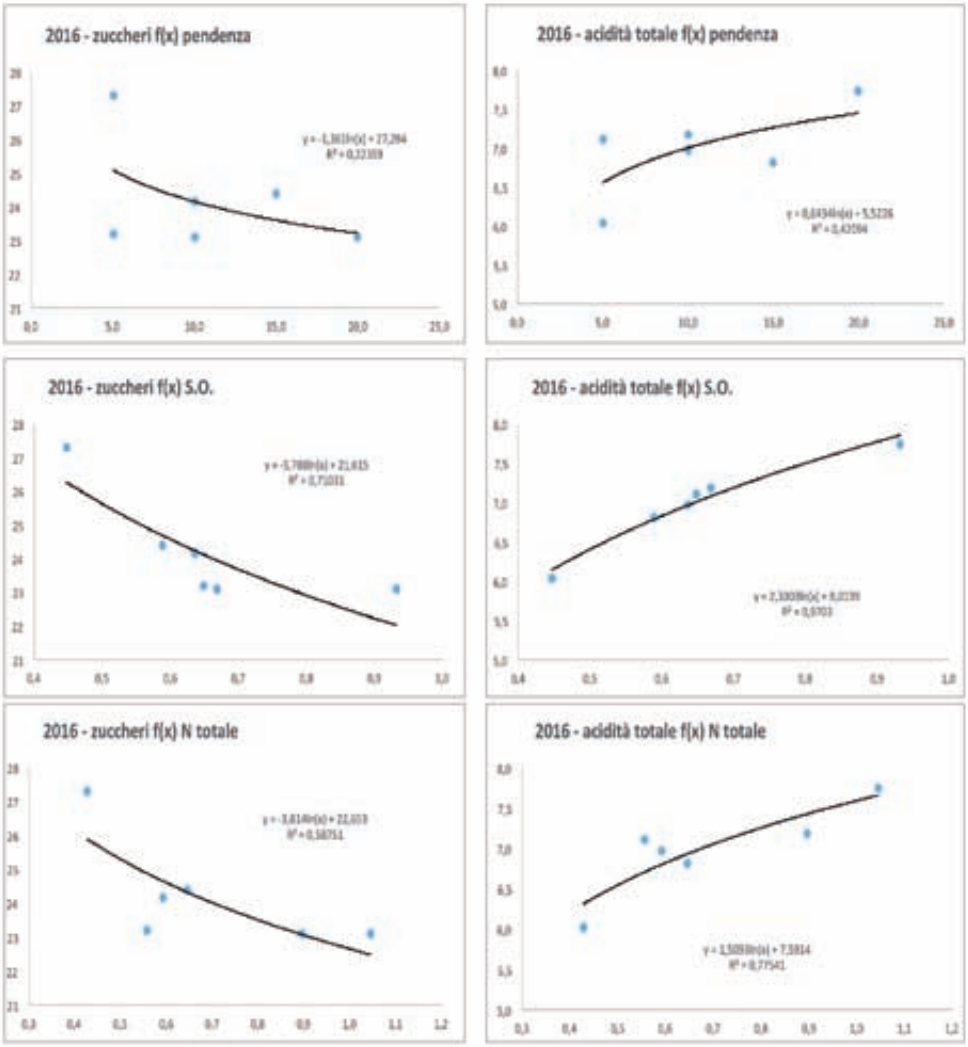


Figura 2.61: Correlazioni tra caratteristiche qualitative delle uve determinate in fase di maturazione e alcune caratteristiche fisiche e chimiche del terreno. Annata 2016.

nelle bacche.
Il titolo zuccherino, indipendentemente dal sito di produzione, è risultato negativamente e debolmente correlato con l'acclività dei terreni.

Acidità Totale

I valori dell'acidità totale alla raccolta sono risultati positivamente correlati a parametri quali la pendenza, la sostanza organica e l'azoto totale.

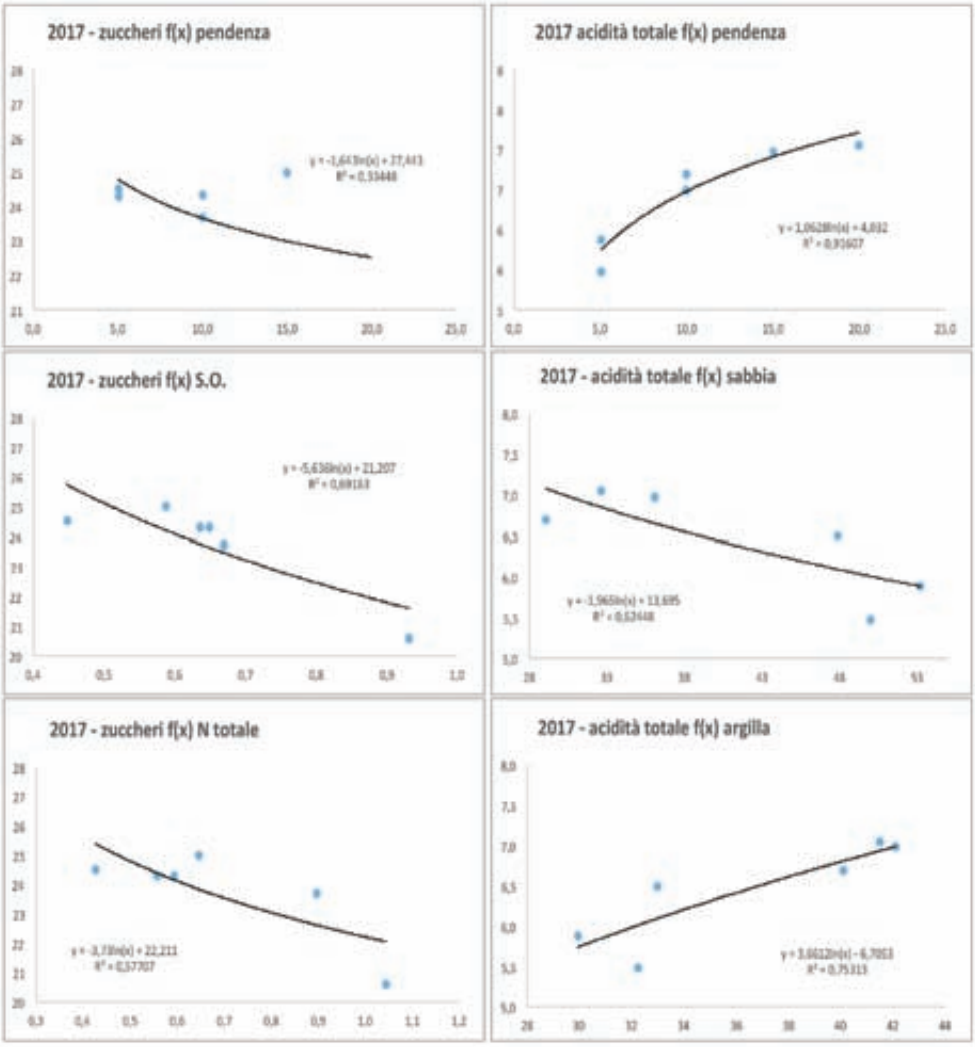


Figura 2.62: Correlazioni tra caratteristiche qualitative delle uve determinate in fase di maturazione e alcune caratteristiche fisiche e chimiche del terreno. Annata 2017.

2017

Tenore zuccherino delle uve

Anche nel 2017 l'accumulo di zuccheri nelle uve è risultato negativamente correlato a parametri quali la Sostanza Organica, l'Azoto Totale e la pendenza (**Figura 2.62**). In tal senso possono essere interpretate le differenze nel tenore di zuccheri nelle uve dei tre siti del **vigneto 20 AB1**, infatti le analisi chimico-fisiche evidenziano per il sito 20.2 valori più bassi per i parametri succitati.

Nel 2017 le differenze nel contenuto zuccherino delle uve che si sono evidenziate all'interno del **vigneto 20 AB1** per i tre siti selezionati, non si sono invece manifestate per il **vigneto 11**. Questo probabilmente perché, in seguito ad una primavera ed estate particolarmente siccitose, ed un mese di agosto particolarmente caldo, la natura sabbiosa del suolo del **vigneto 11** ha determinato dei fenomeni di stress idrico precoci e di forte intensità su tutti e tre i Siti, compromettendo l'efficienza fotosintetica delle viti. Inoltre, le alte temperature di agosto, hanno verosimilmente determinato fenomeni di appassimento degli acini e, conseguentemente, un accumulo zuccherino non per traslocazione ma per disidratazione. La natura argillosa del **vigneto 20 AB1**, invece, potrebbe aver garantito un contenuto idrico del suolo tale da consentire alle viti di poter mantenere un'efficienza fotosintetica per un tempo leggermente più lungo e tale da poter evidenziare differenze, in fase di raccolta, nel tenore zuccherino delle uve tra i tre siti. (**Tabella 2.37**)

Acidità Totale

I valori dell'acidità totale determinati nelle uve alla raccolta sono risultati positivamente correlati alla pendenza e al contenuto di argilla dei terreni e inversamente correlati al loro contenuto in sabbia.

				Qualità delle uve						
Siti	Esp.	Soil Taxonomy	FAO Tax.	Zuccheri (°Brix)	totale (g/L)	pH	Peso 100 acini (g)	Peso acino (g)	Polifenoli (mg/L)	Antociani (mg/L)
							2016			
11.2	S-E	T.Ustorthents	Calcaric Regosol	27,32	6,03	3,38	194	1,94	6155	2318
20.2	N	T. Haplustepts	Endoskeletic Cambisols	24,40	6,81	3,32	185	1,85	6240	2706
11.3	S-E	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	24,17	6,97	3,28	185	1,85	5972	2454
11.1	S-E	A. Haplustepts	Calcaric Stagnic Cambisol	23,21	7,11	3,07	204	2,04	6339	2183
20.3	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	23,11	7,18	3,29	178	1,78	6638	2900
20.1	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	23,08	7,74	3,24	192	1,92	5842	2510
							2017			
20.2	N	T. Haplustepts	Endoskeletic Cambisols	25,00	6,98	3,18	175	1,75	6296	2548
11.2	S-E	T.Ustorthents	Calcaric Regosol	24,53	5,88	3,27	165	1,65	6337	2079
11.3	S-E	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	24,32	6,49	3,26	170	1,70	6528	2136
11.1	S-E	A. Haplustepts	Calcaric Stagnic Cambisol	24,30	5,48	3,38	208	2,08	6337	2183
20.3	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	23,70	6,69	3,22	150	1,50	6854	2685
20.1	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	20,58	7,05	3,20	220	2,20	5840	2232

Tabella 2.37: Caratteristiche qualitative delle uve a raccolta, in relazione al tipo di terreno (dati in ordine decrescente di grado zuccherino).

Relazioni tra parametri vegeto-produttivi e caratteristiche dei suoli

Il numero di grappoli per pianta non è risultato sensibilmente correlato alle caratteristiche chimico-fisiche dei suoli probabilmente a causa della dipendenza della fertilità delle gemme fruttifere da svariati fattori quali l'andamento climatico dell'annata precedente, lo stato nutrizionale delle viti e le tecniche colturali. Ciò nonostante, deboli e positive correlazioni sono emerse nel biennio 2016-2017, tra questo parametro produttivo, la pendenza del terreno e il suo contenuto in sostanza organica (**Figura 2.63**).

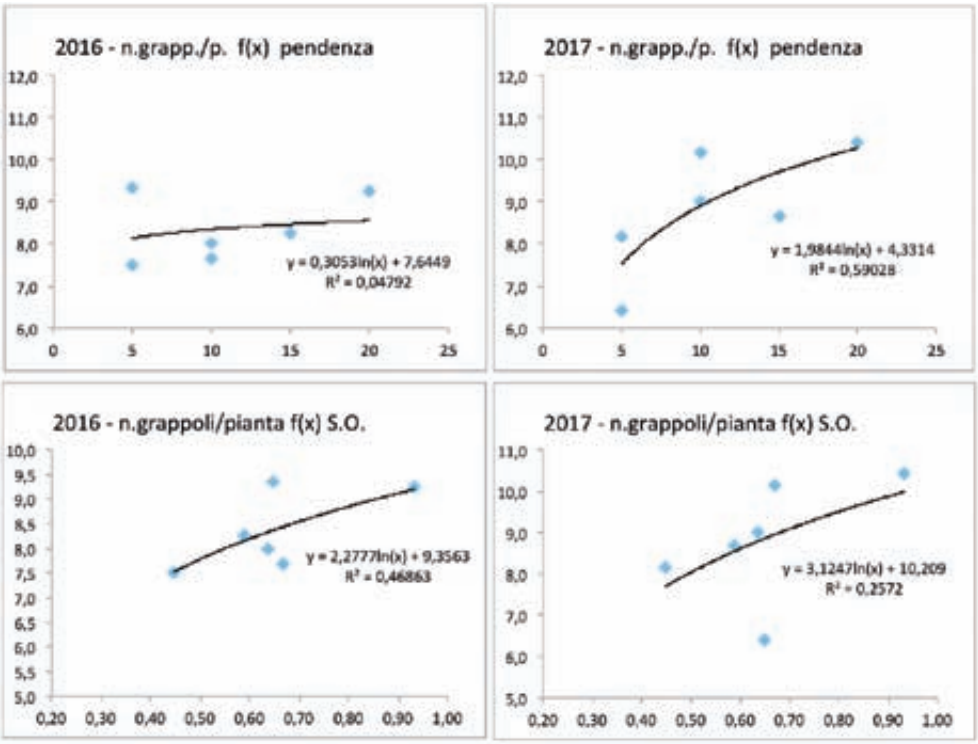


Figura 2.63: Correlazioni tra numeri di grappoli per pianta e alcune caratteristiche fisiche e chimiche del terreno, annate 2016 e 2017.

La produzione di uva per pianta è apparsa, invece, correlata positivamente e in modo più significativo ad alcuni parametri dei suoli quali la presenza di azoto totale, di sostanza organica, di argilla e la sua pendenza; tali correlazioni sono risultate più forti nell'annata 2017 rispetto all'annata 2016 (**Figura 2.64**).

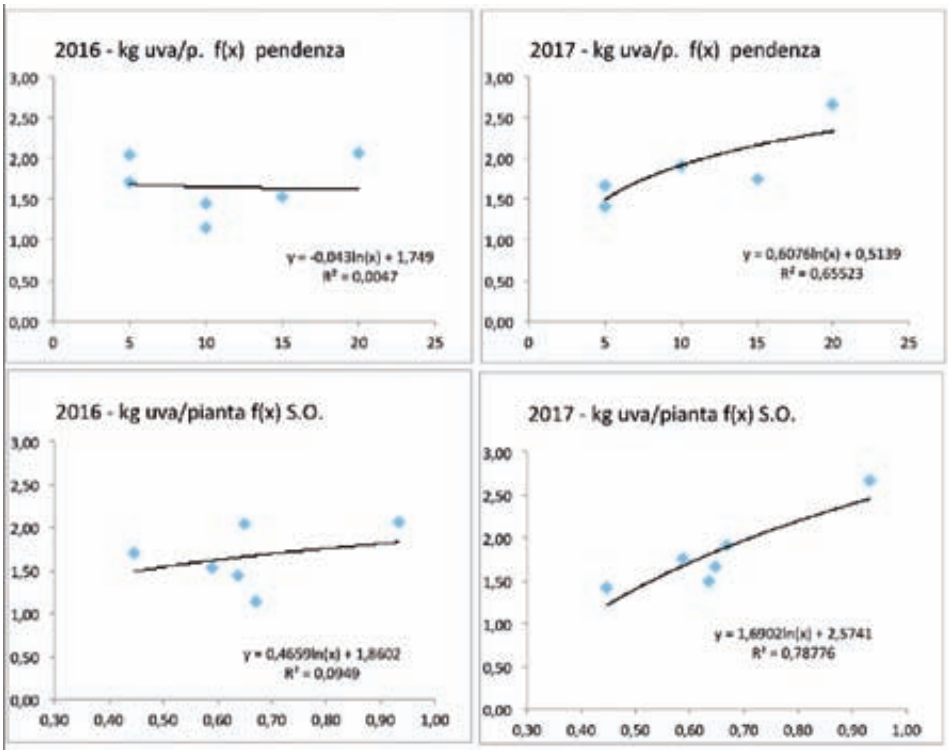


Figura 2.64: Correlazioni tra uva prodotta per pianta, pendenza del terreno e contenuto percentuale di sostanza organica, annate 2016 e 2017.

				PRODUZIONI			
Siti	Esp.	Soil Taxonomy	FAO Tax.	Numero grappoli / pianta	Prod.uva / pianta (kg)	Legno di potatura/ pianta (kg)	Indice di Ravaz
						2016	
20.1	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	9,3	2,06	0,27	8,1
11.1	S-E	A. Haplustepts	Calcaric Stagnic Cambisol	9,3	2,04	0,28	7,5
11.2	S-E	T.Ustorthents	Calcaric Regosol	7,5	1,70	0,22	8,0
20.2	N	T. Haplustepts	Endoskeletic Cambisols	8,3	1,52	0,22	7,3
11.3	S-E	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	8,0	1,44	0,19	7,9
20.3	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	7,7	1,14	0,16	7,7
						2017	
20.1	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	10,4	2,66	0,29	9,1
20.3	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	10,2	1,91	0,21	9,0
20.2	N	T. Haplustepts	Endoskeletic Cambisols	8,7	1,75	0,32	5,4
11.1	S-E	A. Haplustepts	Calcaric Stagnic Cambisol	6,4	1,66	0,29	5,8
11.3	S-E	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	9,0	1,50	0,26	5,8
11.2	S-E	T.Ustorthents	Calcaric Regosol	8,2	1,41	0,26	5,6

Tabella 2.38: Caratteristiche vegeto produttive dei vigneti in relazione al tipo di terreno (dati in ordine decrescente di produzione di uva a pianta), annate 2016 e 2017.

Ciò potrebbe trovare spiegazione nel decorso climatico della primavera del 2016 sensibilmente più piovosa rispetto a quella del 2017, che potrebbe aver mascherato gli effetti positivi di un suolo più fertile e fresco sul peso dei grappoli.
Contrariamente a quanto osservato per la produzione di uva per pianta, il peso del legno di potatura non è risultato correlato in modo significativo a nessuna caratteristica del terreno (**Tabella 2.38**).

Relazioni tra qualità dei mosti e caratteristiche dei suoli

In entrambe le annate, i mosti derivati da uve provenienti dai siti a media vigoria di entrambi i vigneti hanno presentato un maggiore quantitativo di zuccheri (e quindi di alcol potenziale), seguiti da quelli dei siti a bassa e ad alta vigoria. In particolare, la concentrazione di zuccheri (e quindi il grado alcolico potenziale) dei mosti è risultata correlata negativamente al livello di fertilità dei terreni, espresso come percentuale di sostanza organica e alla pendenza (**Figura 2.65**). Tale correlazione negativa è risultata particolarmente debole nel 2017, forse a causa dell'andamento

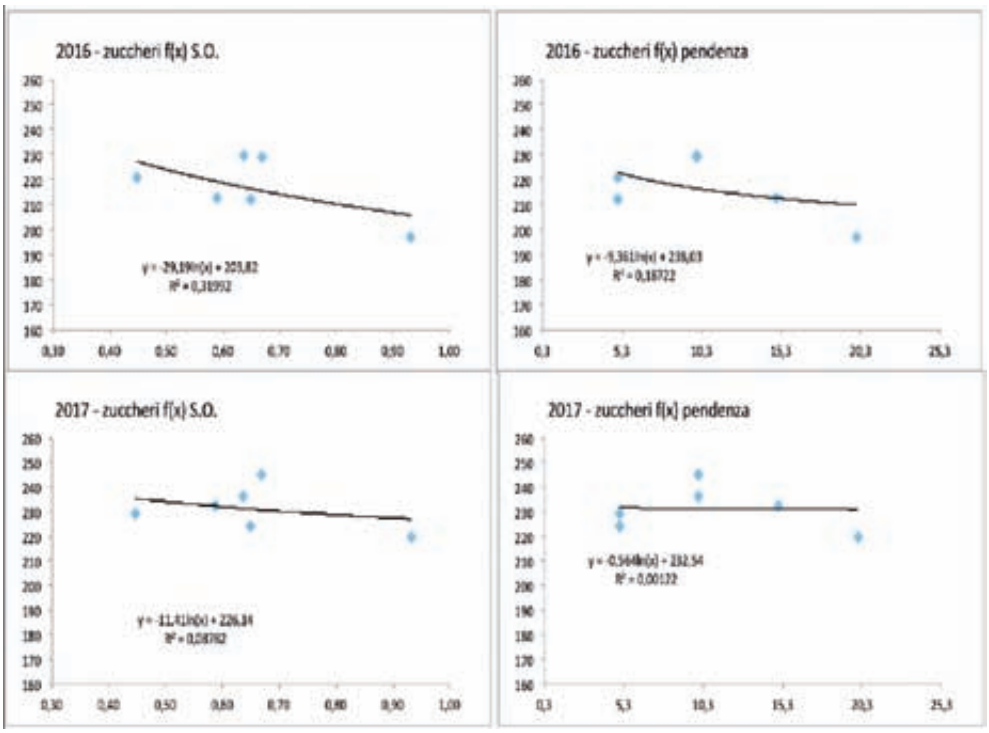


Figura 2.65: Correlazioni tra concentrazione di zuccheri dei mosti, pendenza del terreno e contenuto percentuale di sostanza organica del terreno, annate 2016 e 2017.

stagionale che non ha consentito di evidenziare a pieno il ruolo della fertilità del terreno su questi parametri. Si ricorda, infatti, che la fertilità e la freschezza del terreno (maggior presenza di macro-elementi ed acqua) prolungano temporalmente le singole fasi fenologiche della vite, poiché quest'ultima in condizioni favorevoli tende a privilegiare il sotto-ciclo vegetativo a discapito del sotto-ciclo riproduttivo. Analoghe considerazioni si possono ritenere valide anche per il rapporto tra alcol potenziale e sostanza organica e pendenza del terreno (**Figura 2.66**).

L'azoto prontamente assimilabile dei mosti (APA), in entrambe le annate, è apparso inversamente correlato all'azoto totale presente nei primi 100 cm di suolo e direttamente correlato alla presenza di sabbia; la correlazione con la pendenza del terreno è risultata debole e comunque negativa (**Figura 2.67**). Anche per dette correlazioni il coefficiente di regressione è risultato più debole nell'annata climaticamente più difficile (2017).

La presenza di azoto negli acini e quindi nei mosti parrebbe, quindi, non dipendere dall'azoto messo a disposizione della coltura da parte del terreno, visto lo scarso legame tra APA e N tot del terreno e tra APA e contenuto in sabbia del terreno che certamente non migliorerebbe la disponibilità di N. La quantità di APA potrebbe essere il risultato combinato di processi di traslocazione dell'azoto all'interno della vite e di assorbimento da parte dell'apparato radicale nella fase prossima alla raccol-

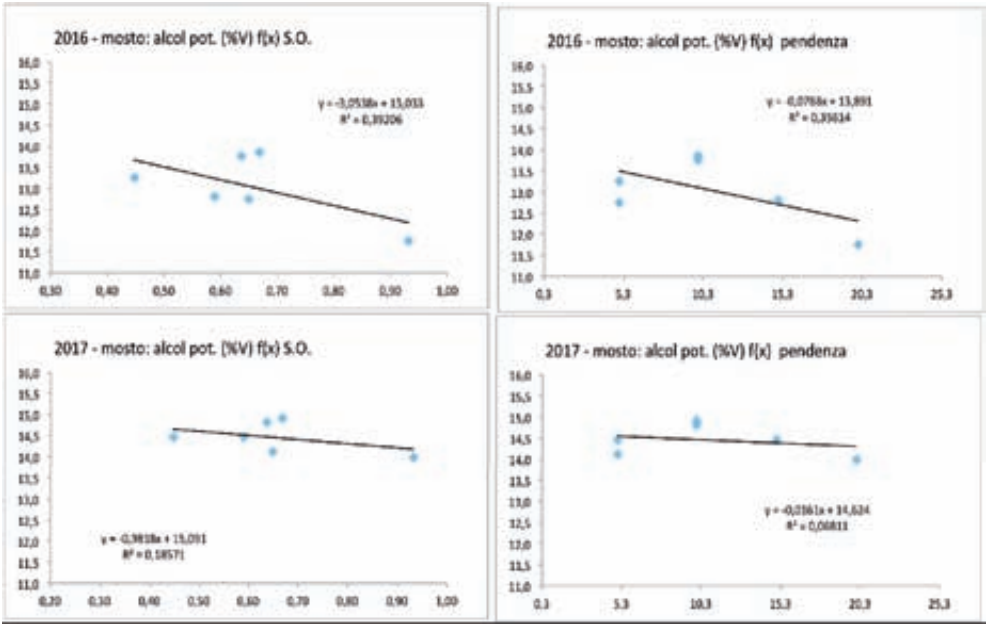


Figura 2.66: Correlazioni tra concentrazione alcol potenziale dei mosti, pendenza del terreno e contenuto percentuale di sostanza organica del terreno annate 2016 e 2017.

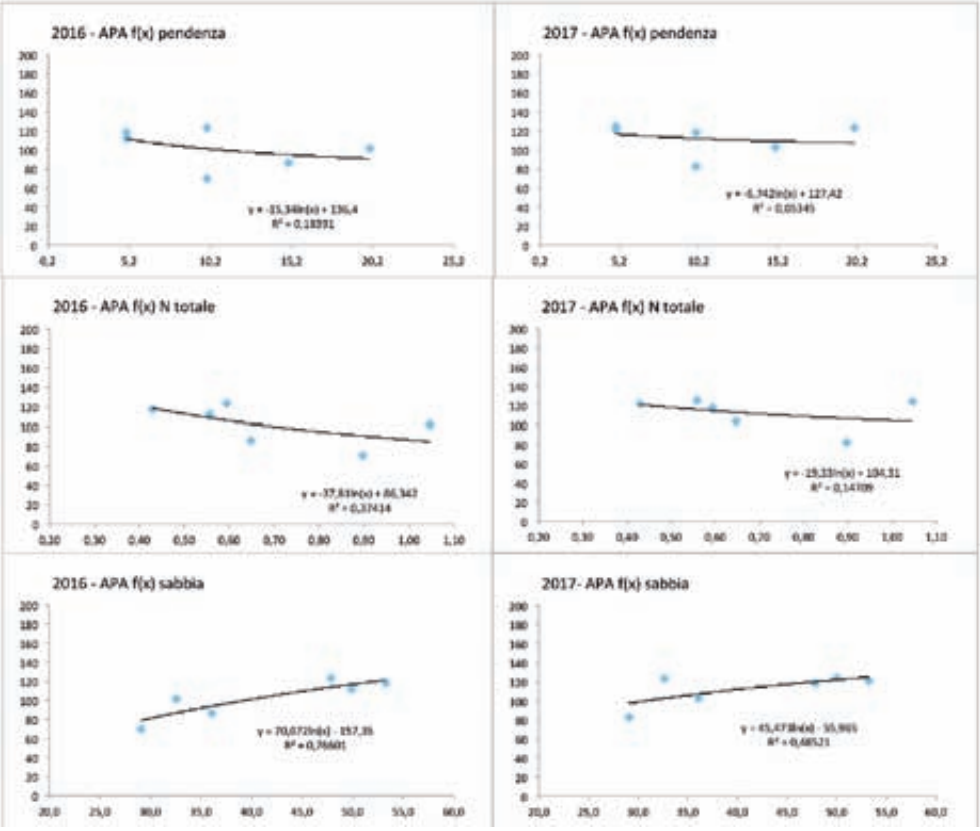


Figura 2.67: Correlazioni tra azoto prontamente assimilabile dei mosti, pendenza del terreno, azoto totale e presenza di sabbia del terreno annate 2016 e 2017.

				QUALITA' DEI MOSTI				
Siti	Esp.	Soil Taxonomy	FAO Tax.	Zuccheri (g/L)	Alcol Pot. (% vol.)	Acidità totale (g/L)	pH	APA
						2016		
11.3	S-E	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	230	13,8	4,7	3,4	123
20.3	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	229	13,9	5,8	3,3	70
11.2	S-E	T.Ustorthents	Calcaric Regosol	221	13,3	5,0	3,4	118
20.2	N	T. Haplustepts	Endoskeletic Cambisols	213	12,8	6,2	3,3	86
11.1	S-E	A. Haplustepts	Calcaric Stagnic Cambisol	212	12,8	5,3	3,4	112
20.1	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	197	11,8	6,5	3,2	102
						2017		
20.3	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	246	14,9	4,5	3,4	83
11.3	S-E	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	236	14,8	5,2	3,4	118
20.2	N	T. Haplustepts	Endoskeletic Cambisols	233	14,5	4,7	3,4	103
11.2	S-E	T.Ustorthents	Calcaric Regosol	229	14,5	4,8	3,4	121
11.1	S-E	A. Haplustepts	Calcaric Stagnic Cambisol	224	14,1	4,3	3,4	125
20.1	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	220	14,0	4,5	3,4	124

Tabella 2.39: Caratteristiche qualitative dei mosti in relazione al tipo di terreno (dati in ordine decrescente di titolo zuccherino), annate 2016 e 2017.

ta (le piogge prima della raccolta potrebbero sia favorire una maggior ripresa della mineralizzazione nei terreni sabbiosi rispetto a quelli argillosi, sia veicolarne l'azoto presente verso le radici più velocemente nei primi rispetto ai secondi) (**Tabella 2.39**).

FATTORIA VECCHIA ROCCA

Fasi fenologiche e caratteristiche dei suoli

Nessuna delle fasi fenologiche analizzate (inizio germogliamento, inizio fioritura e invaiatura), calcolate come numero di giorni dal 1° marzo e gli intervalli di tempo compresi tra queste fasi, è risultata correlata con le principali caratteristiche fisico-chimiche dei terreni della Fattoria Vecchia Rocca (**FVR-A** e **FVR-B**), rilevate nei primi 100 cm di profondità del terreno.
Nel 2017, l'annata più calda e siccitosa, l'inizio del germogliamento è risultato tendenzialmente più precoce nei suoli con maggiore presenza di sabbia (sito **FVR-A**) e più tardivo in quelli più ricchi (in termini relativi) di sostanza organica e azoto totale (**Tabella 2.40**).

				Fenologia - giorni al 1 marzo				
SITI	ESP.	Soil Taxonomy	FAO Taxonomy	inizio germ.nto (A)	inizio fioritura (B)	invaiatura (C)	Intervallo A-B	Intervallo B-C
						2016		
FVR A	S	Typic Haplustepts	Calcaric cambisol	26	85	147	59	62
FVR B	N-NO	Aquic Haplustepts	Stagni calcaric cambisol	26	85	147	59	62
						2017		
FVR A	S	Typic Haplustepts	Calcaric cambisol	8	85	142	77	57
FVR B	N-NO	Aquic Haplustepts	Stagni calcaric cambisol	9	85	142	76	57

Tabella 2.40: Compimento delle principali fenologhe della vite in relazione al tipo di terreno, annate 2016 e 2017 (n° giorni dal 1 marzo).

Aspetti vegeto produttivi dei vigneti e caratteristiche dei suoli

Il vigneto posizionato nel sito **FVR-B**, ha evidenziato, in entrambe le annate, una capacità produttiva leggermente inferiore rispetto al vigneto del sito **FVR-A**, sia in termini di uva che di legno; se riferita al peso medio del grappolo, questa tendenza è risultata invertita. Considerando le variazioni tra gli anni all'interno dello stesso sito, è possibile osservare che, a fronte di una generalizzata minore produttività espressa dai vigneti nel 2017 rispetto al 2016, il terreno del sito **FVR-B** ha prodotto

una sorta di effetto "stabilizzante" che ha determinato una minore riduzione della produttività del Sangiovese nell'annata più siccitosa grazie, verosimilmente, alla maggiore capacità di conservazione dell'umidità e, nel complesso, alla sua maggiore fertilità (**Tabella 2.41**).

				PRODUZIONI				
SITI	ESP.	Soil Taxonomy	FAO Taxonomy	grap. (n./pianta)	uva (kg/pianta)	peso medio grappolo (g)	legno (kg/pianta)	Indice Ravaz
			2016					
FVR A	S	Typic Haplustepts	Calcaric cambisol	13,9	2,44	175	0,32	7,8
FVR B	N-NO	Aquic Haplustepts	Stagni calcaric cambisol	12,5	2,34	187	0,31	7,7
			2017					
FVR A	S	Typic Haplustepts	Calcaric cambisol	11,2	2,03	182	0,29	7,2
FVR B	N-NO	Aquic Haplustepts	Stagni calcaric cambisol	10,5	1,93	184	0,26	7,6
			B vs. A 2016 (%)	-10	-4	7	-2	-1
			B vs. A 2017 (%)	-6	-5	1	-8	5
			A 2017 vs. 2016 (%)	-20	-17	4	-10	-7
			B 2017 vs. 2016 (%)	-16	-18	-2	-16	-2

Tabella 2.41: Caratteristiche vegeto produttive dei vigneti in relazione al tipo di terreno, annate 2016 e 2017.

Qualità dei mosti e caratteristiche dei suoli

Il vigneto del sito **FVR-B**, ha originato mosti con grado zuccherino leggermente superiore a quello derivante dal sito **FVR-A**. Anche per questo parametro si è osservata una certa "stabilizzazione" tra gli anni della qualità dei mosti offerta dal terreno del sito **FVR-B**. Per quanto attiene l'APA, i valori registrati nei mosti nel biennio considerato si sono differenziati considerevolmente risultando più bassi nell'annata più siccitosa. In queste condizioni i terreni relativamente più fertili del sito **FVR-B** hanno attenuato detta riduzione determinando, invece, una maggiore presenza di APA (+8% rispetto ai mosti ottenuti dalle uve del sito **FVR-A**) (**Tabella 2.42**).

				QUALITA' DEI MOSTI			
SITI	ESP.	Soil Taxonomy	FAO Taxonomy	Zucc. (°/Brix)	Ac.tot. (g/L)	pH	APA
					2016		
FVR A	S	Typic Haplustepts	Calcaric cambisol	20,8	5,2	3,15	154
FVR B	N-NO	Aquic Haplustepts	Stagni calcaric cambisol	22,0	5,3	3,21	154
					2017		
FVR A	S	Typic Haplustepts	Calcaric cambisol	21,4	5,7	3,11	71
FVR B	N-NO	Aquic Haplustepts	Stagni calcaric cambisol	22,2	5,9	3,12	77
			B vs. A 2016 (%)	6	2	2	0
			B vs. A 2017 (%)	4	3	0	8
			A 2017 vs. 2016 (%)	3	10	-1	-54
			B 2017 vs. 2016 (%)	1	11	-3	-50

Tabella 2.42: Caratteristiche qualitative dei mosti in relazione al tipo di terreno, annate 2016 e 2017.

2.2.3 RELAZIONI TRA PARAMETRI ENOLOGICI E CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE

CASA VINICOLA MELINI

Relazioni tra qualità dei vini e caratteristiche dei suoli

I parametri chimico-fisici analizzati nei vini sono risultati difficilmente relazionabili con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno, poiché le correlazioni sono in generale piuttosto basse e spesso con tendenze discordanti nelle due annate. Molto probabilmente l'andamento climatico nel 2017 è stato così estremo da mascherare l'effetto dei fattori edafici.

Tuttavia, limitatamente all'alcol complessivo (**Figura 2.68**) e ai polifenoli totali (**Figura 2.69**), si è osservata una debole correlazione negativa con il contenuto di sostanza organica del terreno che, se pur lievemente, si è confermata nel biennio di riferimento (**Tabella 2.43**).

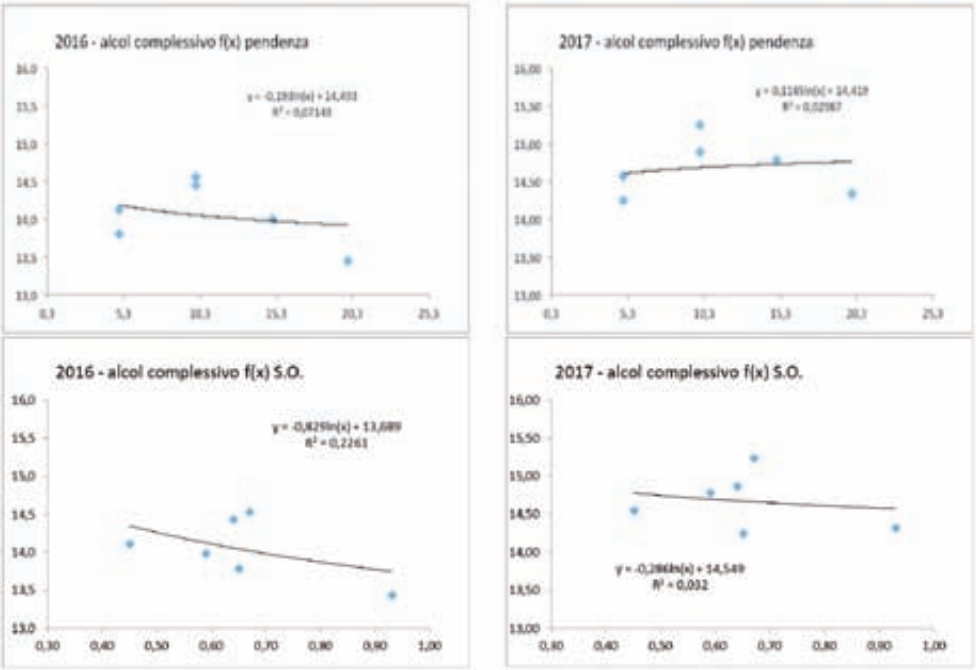


Figura 2.68: Correlazioni tra alcol complessivo dei vini, pendenza del terreno e contenuto percentuale di sostanza organica, annate 2016 e 2017.

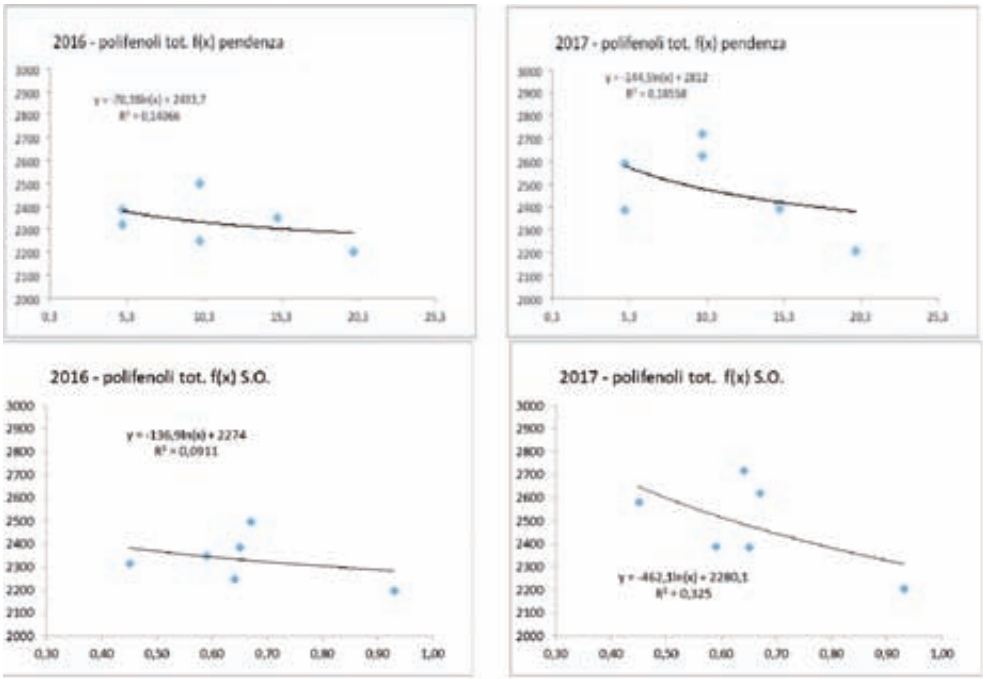


Figura 2.69: Correlazioni tra presenza di polifenoli totali nei vini, pendenza del terreno e contenuto percentuale di sostanza organica, annate 2016 e 2017.

Sito	Esp.	Soil Taxonomy	FAO Tax	QUALITA' DEI VINI (1)								
				Alcol effettivo (% vol.)	Zuccheri (g/L)	Alcol complessivo (% vol.)	Estratto secco totale (g/L)	Estratto non riduttore (g/L)	pH	Acidità totale (g/L)	Acidità volatile (g/L)	Acido tartarico (g/L)
								2016				
20.3	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	14,3	4,7	14,5	31,70	27,00	3,48	7,52	0,54	4,10
11.3	S-E	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	14,2	3,4	14,4	29,90	26,50	3,65	6,20	0,28	4,30
11.2	S-E	T.Ustorthents	Calcaric Regosol	13,9	3,5	14,1	29,80	26,30	3,60	6,49	0,26	4,45
20.2	N	T. Haplustepts	Endoskeletic Cambisols	13,7	4,3	14,0	31,30	27,00	3,48	7,39	0,41	4,20
11.1	S-E	A. Haplustepts	Calcaric Stagnic Cambisol	13,6	3,6	13,8	29,70	26,10	3,55	6,78	0,24	4,60
20.1	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	13,2	3,9	13,5	30,90	27,00	3,48	7,27	0,28	4,30
								2017				
20.3	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	15,0	3,5	15,3	31,40	27,90	3,48	5,75	0,27	3,70
11.3	S-E	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	14,7	3,1	14,9	32,45	29,35	3,44	6,42	0,39	3,90
20.2	N	T. Haplustepts	Endoskeletic Cambisols	14,6	3,6	14,8	31,10	27,55	3,35	5,98	0,28	4,00
11.2	S-E	T.Ustorthents	Calcaric Regosol	14,4	3,0	14,6	32,15	29,15	3,41	6,57	0,33	4,21
20.1	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	14,1	3,6	14,3	31,10	27,50	3,29	6,53	0,27	4,20
11.1	S-E	A. Haplustepts	Calcaric Stagnic Cambisol	14,1	3,1	14,3	31,80	28,70	3,43	6,67	0,29	4,80

Sito	Esp.	Soil Taxonomy	FAO Tax	QUALITA' DEI VINI (2)								
				Acido malico (g/L)	Acido lattico (g/L)	Acidi citrico (g/L)	Polifenoli totali (mg/L)	Antociani (mg/L)	DO 420 nm	DO 520 nm	Intensità	Tonalità
								2016				
20.3	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	1,0	0,0	0,3	2501	461	4,2	9,26	13,49	0,46
11.3	S-E	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	0,5	0,2	0,3	2250	390	3,4	6,96	10,40	0,50
11.2	S-E	T.Ustorthents	Calcaric Regosol	0,6	0,2	0,3	2319	369	3,4	7,08	10,45	0,48
20.2	N	T. Haplustepts	Endoskeletic Cambisols	1,0	0,1	0,3	2351	430	3,9	8,34	12,30	0,47
11.1	S-E	A. Haplustepts	Calcaric Stagnic Cambisol	0,8	0,2	0,3	2388	347	3,3	7,20	10,49	0,46
20.1	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	1,0	0,1	0,3	2201	399	3,6	7,43	11,11	0,48
								2017				
20.3	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	0,4	0,4	0,2	2623	261	2,9	5,77	9,27	0,53
11.3	S-E	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	0,4	0,4	0,2	2721	277	3,0	5,74	9,35	0,56
20.2	N	T. Haplustepts	Endoskeletic Cambisols	0,5	0,4	0,2	2392	257	2,8	5,48	8,75	0,52
11.2	S-E	T.Ustorthents	Calcaric Regosol	0,5	0,4	0,3	2585	260	2,8	5,62	8,80	0,52
20.1	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	0,7	0,4	0,3	2209	254	2,7	5,42	8,94	0,51
11.1	S-E	A. Haplustepts	Calcaric Stagnic Cambisol	0,5	0,3	0,3	2387	259	2,8	5,50	8,70	0,51

Tabella 2.43: Caratteristiche qualitative dei vini in relazione al tipo di terreno (dati in ordine decrescente di alcol complessivo) , annate 2016 e 2017.

Relazioni tra qualità sensoriale dei vini e caratteristiche dei suoli

Non tutti i caratteri considerati nell'analisi sensoriale hanno evidenziato correlazioni (anche deboli) con le principali caratteristiche fisico chimiche dei terreni. Di seguito sono riportate, in forma grafica e raggruppate per caratteristica sensoriale, le correlazioni più significative evidenziatesi nelle due annate.

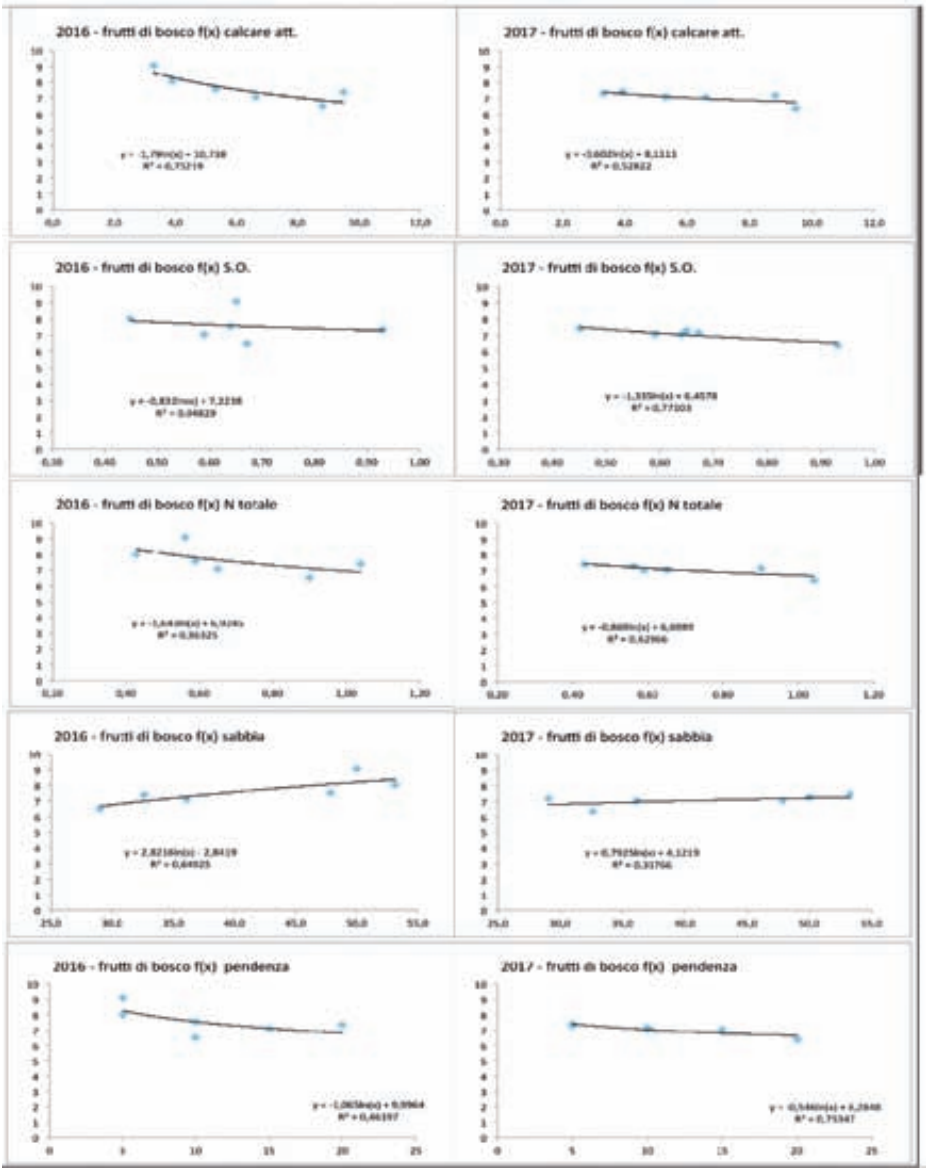


Figura 2.70: Correlazioni tra l'aroma di frutti di bosco nei vini ed alcune caratteristiche dei terreni, annate 2016 e 2017.

Aroma di frutti di bosco e ciliegia – Queste caratteristiche sensoriali sono risultate correlate negativamente al contenuto in calcare attivo del terreno, alla concentrazione di sostanza organica, di azoto totale e alla pendenza; di contro il contenuto in sabbia ha condizionato positivamente questi parametri. In genere, le correlazioni di cui sopra sono risultati più "strette" nel 2017 (annata più siccitosa) (**Figure 2.70 e 2.71**).

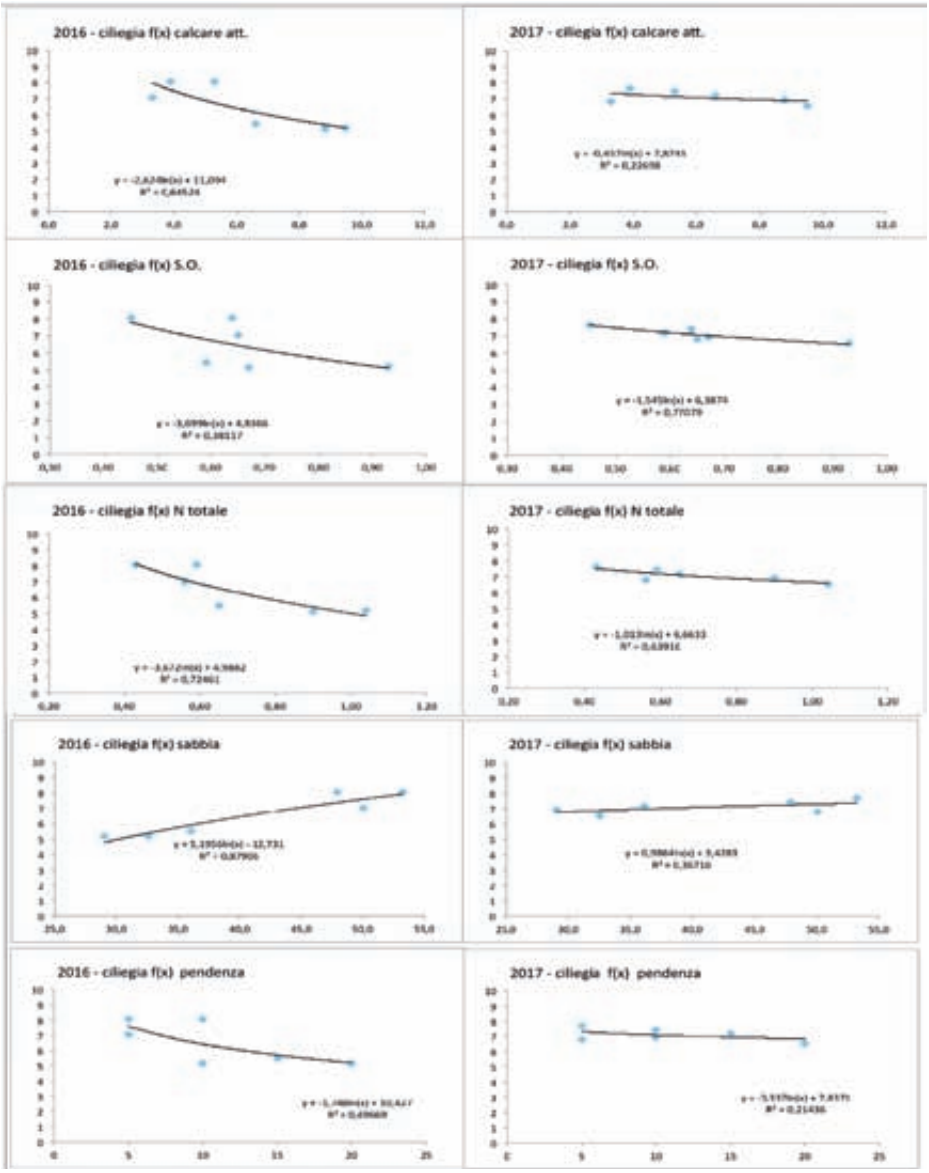


Figura 2.71: Correlazioni tra l'aroma di ciliegia nei vini ed alcune caratteristiche dei terreni, annate 2016 e 2017.

Aroma di speziato e gusto acido – L'aroma di speziato è risultato correlato negativamente al contenuto in sabbia del terreno e positivamente alla pendenza (tendenze non confermate nel 2017). L'acidità, invece, è stata tendenzialmente e positivamente influenzata dalla concentrazione di sostanza organica, di azoto totale e alla pendenza; queste correlazioni sono risultate più marcate nel 2017 (annata più siccitosa) (**Figura 2.72**).

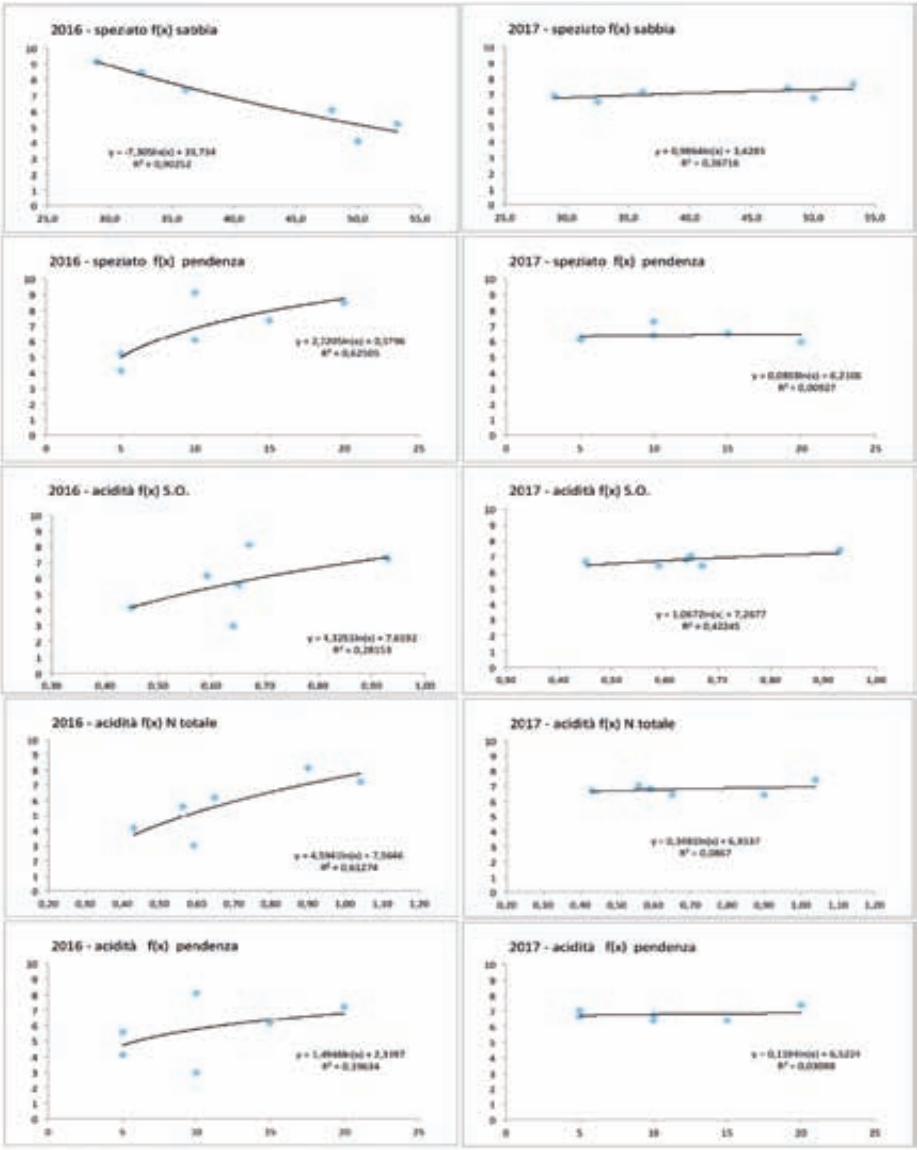


Figura 2.72: Correlazioni tra l'aroma di speziato e il gusto acido nei vini ed alcune caratteristiche dei terreni, annate 2016 e 2017.

Aroma di caramello – L'aroma di caramello è risultato correlato negativamente al contenuto in sostanza organica, di azoto totale e alla pendenza del terreno; queste correlazioni sono risultate evidenti soltanto nel 2017 (annata più siccitosa) (**Figura 2.73**).

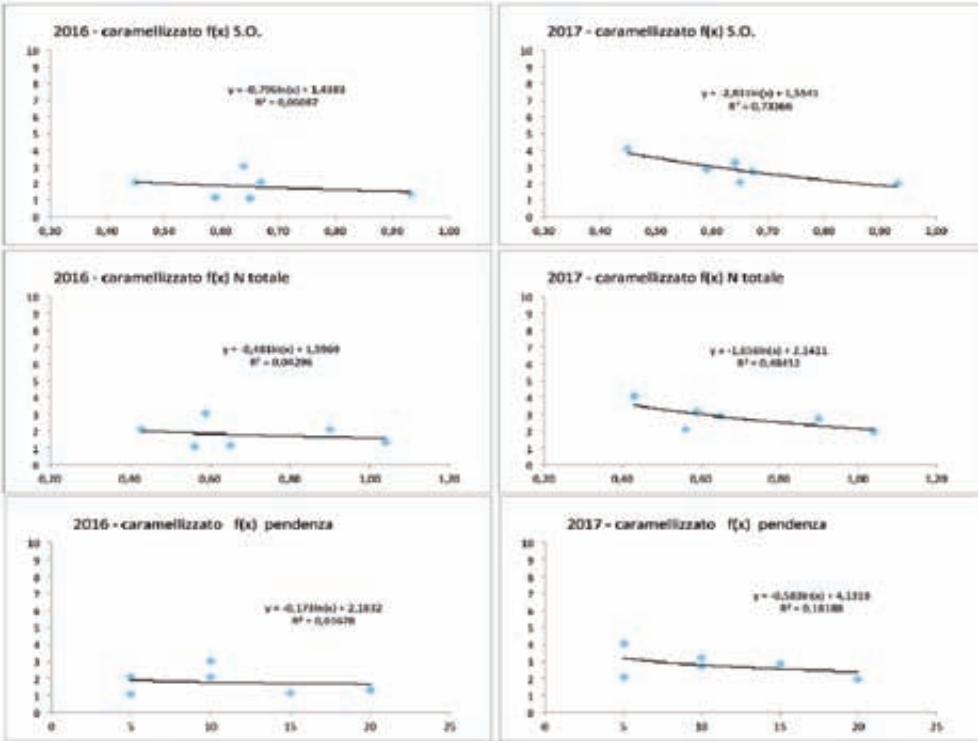


Figura 2.73: Correlazioni tra l'aroma di caramello nei vini ed alcune caratteristiche dei terreni, annate 2016 e 2017.

Gusto di amaro – Rispetto alle altre caratteristiche sensoriali, il gusto di amaro è risultato molto debolmente e negativamente correlato al contenuto in sostanza organica, azoto totale e alla pendenza del terreno; queste correlazioni sono risultate evidenti soltanto nel 2017 (annata più siccitosa) (**Figura 2.74**).

Gradevolezza – Nel loro insieme, la gradevolezza visiva, olfattiva, gustativa e complessiva non sono risultate significativamente correlate alle caratteristiche chimico fisiche del terreno. Soltanto nel 2017 (l'annata più siccitosa) sono emerse deboli e negative correlazioni tra il contenuto in sostanza organica del terreno e la gradevolezza visiva, olfattiva, gustativa e complessiva (**Figure 2.75, 2.76, 2.77 e 2.78, Tabella 2.44**).

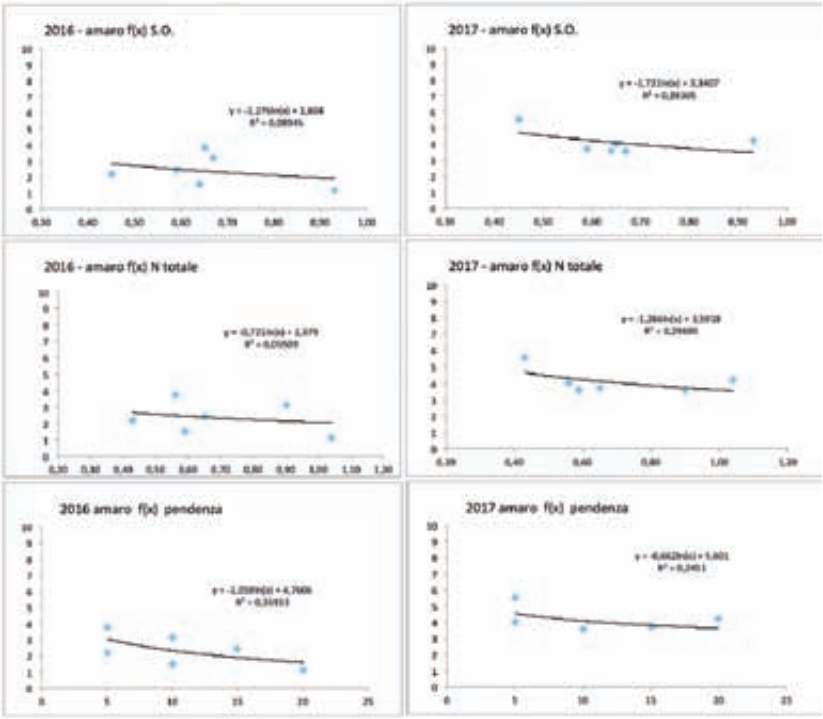


Figura 2.74: Correlazioni tra il gusto di amaro nei vini ed alcune caratteristiche dei terreni, annate 2016 e 2017.

Sit.	Esp.	Soil Taxonomy	FAO Tax.	Rosso rubino	Fiorato (vista)	Frutto di bosco	Ciliegia	Speziato	Vegetale fresco	Vegetale secco	Caramellizzato
ANALISI SENSORIALE (1)											
2016											
20.2	N	T. Haplustepts	Endoskeletic Cambisols	7,13	6,66	7,08	5,46	7,32	2,11	1,79	1,16
11.2	S-E	T.Ustorthents	Calcaric Regosol	5,99	4,16	8,03	8,05	5,19	3,21	2,08	2,07
20.3	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	7,22	8,13	6,49	5,14	9,13	3,15	2,29	2,08
20.1	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	7,26	7,15	7,36	5,18	8,46	3,11	2,79	1,33
11.3	S-E	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	4,05	7,09	7,54	8,06	6,09	2,11	2,19	3,04
11.1	S-E	A. Haplustepts	Calcaric Stagnic Cambisol	4,13	5,14	9,07	7,03	4,09	4,13	2,69	1,08
2017											
20.3	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	7,53	6,54	7,16	6,91	7,28	6,30	4,07	2,72
11.2	S-E	T.Ustorthents	Calcaric Regosol	8,89	6,05	7,41	7,65	6,05	5,56	3,70	4,07
20.2	N	T. Haplustepts	Endoskeletic Cambisols	8,27	7,04	7,04	7,16	6,54	5,80	4,20	2,84
11.3	S-E	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	7,78	6,79	7,04	7,41	6,42	6,17	4,44	3,21
11.1	S-E	A. Haplustepts	Calcaric Stagnic Cambisol	6,42	6,91	7,28	6,79	6,17	6,54	3,95	2,08
20.1	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	6,30	6,67	6,38	6,54	5,93	6,42	3,58	1,98
ANALISI SENSORIALE (2)											
Sit.	Esp.	Soil Taxonomy	FAO Tax.	Acidità	Amaro	Astringenza	**Struttura**	Gradevolezza vino	Gradevolezza olfattiva	Gradevolezza gustativa	Gradevolezza complessiva
2016											
20.2	N	T. Haplustepts	Endoskeletic Cambisols	6,14	2,45	1,38	7,05	8,85	8,68	8,88	8,81
11.2	S-E	T.Ustorthents	Calcaric Regosol	4,14	2,18	2,00	7,03	8,04	8,13	8,41	8,26
20.3	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	8,12	3,17	1,09	8,52	7,99	7,69	8,11	7,98
20.1	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	7,19	1,12	1,09	8,17	7,68	7,77	8,01	7,78
11.3	S-E	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	2,98	1,53	4,08	8,05	6,99	6,74	7,65	7,13
11.1	S-E	A. Haplustepts	Calcaric Stagnic Cambisol	5,57	3,79	2,01	6,78	6,42	7,02	7,15	6,86
2017											
20.3	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	6,42	3,58	6,05	7,65	8,15	7,28	7,65	8,02
11.2	S-E	T.Ustorthents	Calcaric Regosol	6,67	5,56	7,28	8,02	8,89	7,41	7,41	7,65
20.2	N	T. Haplustepts	Endoskeletic Cambisols	6,42	3,70	6,91	7,53	8,15	7,41	7,53	7,53
11.3	S-E	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	6,79	3,58	6,30	7,53	8,02	7,16	7,53	7,53
11.1	S-E	A. Haplustepts	Calcaric Stagnic Cambisol	7,04	4,03	7,04	6,11	7,16	7,65	7,16	7,16
20.1	N	T. Haplustepts	Calcaric Cambisol	7,41	4,20	7,04	6,54	7,04	7,16	6,79	7,04

Tabella 2.44: Caratteristiche sensoriali dei vini in relazione al tipo di terreno (dati in ordine decrescente di gradevolezza complessiva), annate 2016 e 2017.

FATTORIA VECCHIA ROCCA

Qualità dei vini e caratteristiche dei suoli

Nell'annata più siccitosa (2017) alcuni parametri qualitativi dei vini sono variati in aumento (debole incremento di alcol effettivo e complessivo, deciso incremento dell'estratto secco e estratto non riduttore, dell'acidità totale e volatile, dell'acido malico, dei polifenoli totali e della tonalità) e in diminuzione (zuccheri, antociani, intensità). Dette variazioni, però, sono risultate meno evidenti nei vini ottenuti dal terreno del sito **FVR-B**, rispetto al sito **FVR-A**, ad eccezione di due caratteri: l'alcol effettivo e l'acido malico (**Tabella 2.45**).

QUALITA' DEI VINI					Alcol effettivo (% vol.)	Zuccheri (g/L)	Alcol complessivo (% vol.)	Estratto secco totale (g/L)	Estratto non riduttore (g/L)	pH	Acidità totale (g/L)	Acidità volatile (g/L)	Acido tartarico (g/L)
		Soil Taxonomy	FAO Taxonomy										
				2016									
FVR A	S	Typic Haplustepts	Calcaric cambisol		12,2	4,7	14,5	31,70	27,00	3,48	7,52	0,54	4,10
FVR B	N-NO	Aquic Haplustepts	Stagni calcaric cambisol		12,3	3,4	14,4	29,90	26,50	3,65	6,20	0,28	4,30
				2017									
FVR A	S	Typic Haplustepts	Calcaric cambisol		12,2	1,0	12,3	26,40	25,40	3,42	5,12	0,15	1,63
FVR B	N-NO	Aquic Haplustepts	Stagni calcaric cambisol		12,9	1,2	13,0	26,30	25,10	3,64	5,87	0,18	2,16
			B vs. A	2016 (%)	1	-28	-1	6	-2	5	-18	-48	5
			B vs. A	2017 (%)	6	20	6	0	-1	6	15	20	33
			A 2017 vs. 2016	(%)	0	-79	-16	-17	-6	-2	-32	-72	-60
			B 2017 vs. 2016	(%)	5	-65	-10	-12	-5	0	-5	-36	-50
					Acido malico (g/L)	Acido lattico (g/L)	Acido citrico (g/L)	Polifenoli totali (mg/L)	Antociani (mg/L)	DO 420 nm	DO 520 nm	Intensità	Tonalità
				2016									
FVR A	S	Typic Haplustepts	Calcaric cambisol		0,95	0,00	0,28	2501	461	4,2	9,3	13,5	0,46
FVR B	N-NO	Aquic Haplustepts	Stagni calcaric cambisol		0,50	0,17	0,25	2250	390	3,4	7,0	10,4	0,50
				2017									
FVR A	S	Typic Haplustepts	Calcaric cambisol		1,83	0,20	0,30	1993	117	1,3	1,5	2,8	0,90
FVR B	N-NO	Aquic Haplustepts	Stagni calcaric cambisol		1,37	0,17	0,27	2100	112	1,3	1,8	3,1	0,75
			B vs. A	2016 (%)	-47	15955	-11	-10	-15	-19	-25	-23	9
			B vs. A	2017 (%)	-25	-15	-10	5	-4	0	21	11	-17
			A 2017 vs. 2016	(%)	93	18082	7	-20	-75	-69	-84	-79	97
			B 2017 vs. 2016	(%)	174	0	8	-7	-71	-61	-74	-70	51

Tabella 2.45: Caratteristiche qualitative dei vini in relazione al tipo di terreno, annate 2016 e 2017.

Analisi sensoriale dei vini e caratteristiche dei suoli

Anche nel caso della qualità sensoriale dei vini, il sito **FVR-B** si è dimostrato capace, nel biennio di riferimento, di ridurre la variabilità complessiva dei parametri sensoriali riconducibile al diverso decorso stagionale. In particolare, nel passaggio dal 2016 al 2017, si sono mantenuti su buoni livelli: la colorazione rosso rubino (aumentata del 5% rispetto al calo del 15% subito nel sito **FVR-A**), il sentore di vegetale fresco, l'acidità, la gradevolezza gustativa e complessiva (**Tabella 2.46**).

ANALISI SENSORIALE (1)											
SITI	ESP.	Soil Taxonomy	FAO Taxonomy	Rosso rubino	Floreale (viola)	Frutti di bosco	Ciliegia	Speziato	Vegetale fresco	Vegetale secco	Caramellizzato
2016											
FVR A	S	Typic Haplustepts	Calcaric cambisol	5,1	4,8	4,5	4,5	3,3	2,9	3,3	2,6
FVR B	N-NO	Aquic Haplustepts	Stagni calcaric cambisol	4,7	4,8	4,8	4,6	3,5	3,1	3,4	2,3
2017											
FVR A	S	Typic Haplustepts	Calcaric cambisol	4,3	5,2	5,2	5,0	3,8	3,2	3,3	2,7
FVR B	N-NO	Aquic Haplustepts	Stagni calcaric cambisol	5,0	5,2	4,7	4,9	4,1	3,2	3,2	2,7
			B vs. A 2016 (%)	-8	0	5	2	7	7	0	-12
			B vs. A 2017 (%)	14	-1	-11	-2	10	0	-2	2
			A 2017 vs. 2016 (%)	-15	9	15	11	15	11	-2	3
			B 2017 vs. 2016 (%)	5	8	-2	7	18	3	-4	19

ANALISI SENSORIALE (2)											
SITI	ESP.	Soil Taxonomy	FAO Taxonomy	Acidità	Amaro	Astringenza	Struttura	Gradevolezza olfattiva	Gradevolezza olfattiva	Gradevolezza gustativa	Gradevolezza complessiva
2016											
FVR A	S	Typic Haplustepts	Calcaric cambisol	3,9	3,4	4,0	4,6	6,7	6,6	6,5	6,4
FVR B	N-NO	Aquic Haplustepts	Stagni calcaric cambisol	3,8	3,8	3,7	5,0	7,3	6,7	6,3	6,6
2017											
FVR A	S	Typic Haplustepts	Calcaric cambisol	4,2	3,3	3,6	4,3	6,3	6,8	5,8	6,1
FVR B	N-NO	Aquic Haplustepts	Stagni calcaric cambisol	4,0	2,9	4,5	4,4	6,4	6,8	6,3	6,4
			B vs. A 2016 (%)	-1	12	-7	8	9	2	-3	3
			B vs. A 2017 (%)	-6	-12	22	4	2	1	9	6
			A 2017 vs. 2016 (%)	9	-3	-10	-8	-6	2	-11	-6
			B 2017 vs. 2016 (%)	4	-23	19	-11	-12	2	0	-3

Tabella 2.46: Caratteristiche sensoriali dei vini in relazione al tipo di terreno, annate 2016 e 2017.

CAPITOLO 2.3

2.3.1 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Vocazionalità viticola sito-specifica per alcuni areali del Chianti.

La conoscenza delle peculiarità di un territorio rappresenta il punto di partenza per un qualsiasi percorso che si propone di contenere le conseguenze negative legate all'uso improprio dell'ambiente e all'applicazione di tecniche agronomiche errate e dannose. La zonazione sito-specifica condotta nel Chianti (Gaggiano, SI; Barberino Val d'Elsa, FI) in vigneti della cv. Sangiovese, ha prodotto, per le aziende che hanno ospitato lo studio, uno strumento di scelta e di ausilio all'imprenditorialità, nel rispetto della sostenibilità ambientale. L'integrazione dei risultati, realizzata dal Gruppo di lavoro, ha consentito di identificare i caratteri pedologici che maggior-

AZIENDA	UNITA' VOCAZIONALI	SOIL TAXONOMY	FENOLOGIA	PRODUZIONE E VIGORIA	QUALITA' DELLE UVE	CARATTERI DEL VINO
Casa Vinicola Melini	VRZ1_	Typic Haplustepts, fine, mixed, mesic, superactive	Germogliamento medio precoce; invaiatura medio precoce; maturazione 20 settembre - 10 ottobre.	Produzione da media, a medio-bassa; vigoria media e bassa.	Zuccheri medio-elevati, acidità media, antociani medi, polifenoli medi. In generale, livello qualitativo delle uve elevato.	Rosso rubino vivace, strutturato, rotondo, evidente aroma fiorale, fruttato e speziato. In generale, livello qualitativo dei vini elevato.
	STR1_SGI1	Aquic Haplustepts, fine, mixed, superactive, mesic; Typic Ustorthents, fine loamy, mixed, superactive, mesic; Typic Haplustepts, fine loamy, mixed, mesic, superactive.	Germogliamento medio precoce; invaiatura medio precoce; maturazione 20 settembre - 10 ottobre.	Produzione media; vigoria alta, media e medio-bassa.	Zuccheri medio-elevati, acidità media, antociani medi, polifenoli medi.	Rosso rubino intenso, strutturato, rotondo, evidente aroma, fruttato.
Fattoria Vecchia Rocca	STR1_	Typic Haplustepts, coarse loamy, mixed, superactive, mesic.	Germogliamento medio precoce; invaiatura medio precoce; maturazione 20 settembre- 10 ottobre.	Produzione media; vigoria media.	Zuccheri medio-elevati, acidità media, antociani medi, polifenoli medi.	Colore rosso rubino e riflessi violacei medi, aroma delicato di rosa e frutta rossa acerba. Al gusto si manifesta lievemente acido, amarognolo e poco strutturato.
Fattoria Vecchia Rocca	SQR1_	Aquic Haplustepts, fine silty, mixed, superactive, mesic	Germogliamento medio precoce; invaiatura medio precoce; maturazione 20 settembre- 10 ottobre.	Produzione media; vigoria media.	Zuccheri medio-elevati, acidità media, antociani medi, polifenoli medi.	Colore rosso rubino vivace con riflessi su tono. All'olfatto presenta note fiorali e fruttate delicate e poco intense. Al gusto risulta lievemente astringente e leggermente amaro, con media acidità e media struttura

Tabella 2.47: Risposta fenologica, vegeto-produttiva della vite, qualitativa delle uve e del vino in diversi suoli delle aree soggette a zonazione sito-specifica delle Aziende Casa Vinicola Melini (Gaggiano, SI) e Fattoria Vecchia Rocca (Barberino Val d'Elsa, FI), annate 2016-2017.

mente influenzano i parametri vegeto-produttivi e qualitativi e la produzione enologica. Emerge un'indicazione territoriale localizzata, ma al contempo efficace, della vocazionalità del territorio studiato, dove la viticoltura è da sempre una preziosa risorsa storica.
In **Tabella 2.47** vengono riassunti i principali risultati conseguiti nei diversi siti.

Lo studio di zonazione sito-specifica nel Chianti ha consentito, inoltre, di offrire ai produttori, in relazione alla tassonomia del suolo ed alla vocazionalità, alcuni consigli in merito alla gestione agronomica del vigneto (**Tabella 2.48**).

AZIENDA	UNITÀ VOCAZIONALI	SOIL TAXONOMY	VOCAZIONALITÀ	CONSIGLI
CASA VINICOLA MELINI	VRZ1_	Typic Haplustepts, fine, mixed, mesic, superactive.	Terre con elevata vocazionalità verso questo vitigno.	Forme di allevamento: Guyot, cordone speronato. Densità di impianto: 4500-5000 ceppi/ha. Portinnesti: 420 A, 1103 P, 110 R. Nelle annate calde e siccitose sfogliare lievemente e sul lato del filare meno esposto nelle ore più calde della giornata. Nelle annate sfavorevoli, controllare la produzione con un moderato diradamento dei grappoli. Intervenire con inerbimento ad interfilari alterni e permanente sulla fila (es. leguminose autoriseminanti).
CASA VINICOLA MELINI	STR1_SGI1	Aquic Haplustepts, fine, mixed, superactive, mesic; Typic Ustorthents, fine loamy, mixed, superactive, mesic; Typic Haplustepts, fine loamy, mixed, mesic, superactive.	Terre con elevata vocazionalità verso questo vitigno.	Forme di allevamento: Guyot, cordone speronato. Densità di impianto: 4500-5000 ceppi/ha. Portinnesti: 420 A, 1103 P, 110 R. Nelle annate calde e siccitose sfogliare lievemente e sul lato del filare meno esposto nelle ore più calde della giornata. Nelle annate sfavorevoli, controllare la produzione con un moderato diradamento dei grappoli. Intervenire con inerbimento ad interfilari alterni. In alternativa, effettuare la lavorazione.
FATTORIA VECCHIA ROCCA	STR1_ e SQR1_	Typic Haplustepts, coarse loamy, mixed, superactive, mesic; Aquic Haplustepts, fine silty, mixed, superactive, mesic.	Terre con medio alta-vocazionalità verso questo vitigno.	Forme di allevamento: Guyot, cordone speronato. Densità di impianto: 4500-5000 ceppi/ha. Portinnesti: 420 A, 1103 P, 110 R. Nelle annate calde e siccitose sfogliare lievemente e sul lato del filare meno esposto nelle ore più calde della giornata. Nelle annate sfavorevoli, controllare la produzione con un moderato diradamento dei grappoli. Intervenire con inerbimento ad interfilari alterni e permanente sulla fila (es. leguminose autoriseminanti).

Tabella 2.48: Vocazionalità del Sangiovese nel Chianti. Consigli per i nuovi impianti e la gestione del vigneto.

2.3.2 GLOSSARIO DEI TERMINI PEDOLOGICI

Profondità utile alle radici: è intesa come la profondità reale in cm degli orizzonti che possono essere interessati dalle radici, assumendo come orizzonte impenetrabile alle radici quello che presenta una radicabilità inferiore al 30%. La radicabilità è intesa come percentuale di volume di suolo esplorabile dalle radici ed è stata stimata dalle caratteristiche del profilo. Orizzonti impenetrabili o difficilmente penetrabili possono essere: la roccia, i sedimenti consolidati, orizzonti molto densi o induriti, orizzonti con falda permanente. Le classi utilizzate (Soil Survey Staff, 1993) sono le seguenti (**Tabella 2.50**):

Descrizione	Classe in cm
Molto scarsa	<25
Scarsa	25-50
Moderatamente elevata	50-100
Elevata	100-150
Molto elevata	>150

Tabella 2.50: Classi utilizzate (Soil Survey Staff, 1993).

Capacità di acqua disponibile (AWC - Available Water Capacity) è la quantità idrica che un suolo può trattenere al suo interno e rilasciare alle piante. La sua stima viene fatta tenendo conto della granulometria del suolo, del contenuto in sostanza organica, della presenza di frammenti di roccia e della densità del suolo (porosità-strutturazione) (Thomasson & Jones, 1989; Hodgson, 1997). Le classi di AWC adottate sono le seguenti (**Tabella 2.51**):

Descrizione	Valori di riferimento
molto bassa	<50 mm
bassa	50-100 mm
moderata	100-150 mm
elevata	150-200 mm
molto elevata	>200 mm

Tabella 2.51: Le classi di AWC adottate.

Permeabilità: capacità del suolo di farsi attraversare dall' acqua quando è completamente saturo. Viene stimata in base alla granulometria, alla presenza di scheletro, alla densità apparente del suolo (strutturazione e porosità) (Soil Survey Staff, 1993).

Drenaggio: qualità del suolo relativa alla frequenza e alla durata dei periodi durante i quali il suolo non è saturo o è parzialmente saturo di acqua; ci si riferisce alle condizioni stagionali più limitanti.

Lavorabilità: è la resistenza che offre il suolo alla penetrazione di un corpo solido come la vanga, la zappa, il vomere (Giordano, 1999). La valutazione di questo parametro permette di evidenziare eventuali condizionamenti nella scelta delle macchine agricole e di individuare limiti che possono derivare dal ridotto arco temporale nel quale effettuare le lavorazioni senza creare danni rilevanti al suolo.

2.3.3 **BIBLIOGRAFIA**

Bergqvist J, Dokoozlian N. and Ebisuda, N. (2001). Sun-light exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet sauvignon and Grenache in the central San Joaquin valley of California. American Journal of Enology and Viticulture, 52: 1-7.

Costantini E.A.C. (2006) "*Zonazione viticola ed olivicola della Provincia di Siena*" (1998 – 2006).

Jones, G.V. (2012). Climate, grapes and wine: structure and suitability in a changing climate. Acta Horticolturae, 932, 19–28.

LaMMA (2016). Il Clima in Toscana nel 2016.

LaMMA (2017). Il Bollettino Siccità per la Toscana. Agosto 2017.

LaMMA (2017). Il Clima in Toscana nel 2017.

Mori, K., Sugaya, S. and Gemma, H. (2005). Decreased anthocyanin biosynthesis in grape berries grown under elevated night temperature condition. Scientia Horticolturae, 105, 319-330.

Osservatorio Polifunzionale del Chianti (2016). REPORT ANNO 2016 – Sentinelle Meteo OPC.

Osservatorio Polifunzionale del Chianti (2016). REPORT ANNO 2017 – Sentinelle Meteo OPC.

Regione Toscana – Giunta Regionale; Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile; Settore Idrologico Regionale; Centro Funzionale della Regione Toscana (2016). Analisi dei dati Termometrici – REPORT ANNO 2016.

Regione Toscana – Giunta Regionale; Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile; Settore Idrologico Regionale; Centro Funzionale della Regione Toscana (2016). REPORT PLUVIOMETRICO ANNO 2016.

Regione Toscana – Giunta Regionale; Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile; Settore Idrologico Regionale; Centro Funzionale della Regione Toscana (2017). Analisi dei dati Termometrici – REPORT AGOSTO 2017.

Schultz, H.R. and Jones, G.V. (2010). Climate induced historic and future changes in viticulture. Journal of Wine Research, 21, 137–145.

AZIONE 3

enologia di precisione:
sistemi inovativi
per la scelta dei legni

INTRODUZIONE

L'uso del legno è oramai diventata una pratica imprescindibile per l'affinamento dei grandi vini rossi. In passato la botte era considerata un semplice contenitore dove il vino permaneva in attesa del raggiungimento degli equilibri sensoriali. Nell'ottica del legno contenitore il turn-over delle botti era molto lungo e basato solo su aspetti meccanici e mancanza di difettosità; il tipo di essenza (rovere, castagno…) e la provenienza erano fattori quasi secondari e la scelta era basata su fattori di economicità, comodità e tradizione. Con la botte relegata a mero contenitore l'uso di materiali alternativi (cemento, ferro smaltato, vetroresina, acciaio inox), più durevoli e più facilmente gestibili, ha ulteriormente diminuito l'attenzione per questo storico contenitore.

Negli ultimi 30-40 anni le cose sono cambiate drasticamente; da un lato le conoscenze dei chimismi del vino, dall'altro la propensione del mercato, prima americano e poi internazionale, verso vini con note dolci e vanigliate, hanno portato alla rinascita dell'uso del legno ed al riconoscimento di una sua funzione attiva nell'espressione della qualità del vino. All'inizio di questa fase c'è stata un'eccessiva rincorsa del mercato: piccoli contenitori (barriques), tostature forti, rapido turn-over, hanno portato ad un dominio del legno sul vino fino a dichiarare in etichetta "vino barricato" (per qualche critico "vino del falegname") con conseguente appiattimento delle peculiarità dei vitigni e dei territori. Negli anni successivi l'enologia italiana è giunta alla consapevolezza della necessità di non uniformarsi ad ipotetici standard internazionali ma di mostrarsi in tutta la riconoscibilità e complessità di vitigni e territori. Questa scelta porta inevitabilmente al ritorno della tradizione e alla peculiarità italiana: grandi botti e tempi lunghi di affinamento.

Come prima accennato, in questo periodo c'è stato anche un notevole approfondimento sui chimismi del vino e sull'interazione legno-vino; sono diventati più chiari i processi di stabilizzazione del colore con la comprensione del ruolo dell'ossigeno e dei tannini ellagici derivanti dal legno; si sono caratterizzate una serie di sostanze aromatiche, proprie del legno o derivanti dalla tostatura, in grado di condizionare il profilo aromatico del vino; si sono osservate le capacità del legno di dare una "pulizia aromatica" in ogni fase della filiera.

Alla luce di queste considerazioni si capisce che la botte non è più un semplice contenitore ma è, giustamente, diventata un ausilio tecnologico capace di determinare il profilo del vino e, quindi, il soddisfacimento del progetto enologico della cantina. Vista l'importanza assunta dalla botte diventa fondamentale definirne le caratteristi-

che ed i criteri di scelta mirati al soddisfacimento del progetto enologico.
Anche qui, per la comprensione del problema, è utile guardare al passato; la scelta del legno e della botte veniva fatta per tradizione tenendo conto solo di tre variabili: origine del legno, grana, affidabilità e conoscenza del bottaio.
L'areale di crescita di Quercus petrea e peduncolata copre la quasi intera area continentale europea; le foreste, sia "naturali" che gestite, significative per la produzione di botti, sono fondamentalmente dislocate in Francia, con le diverse zone, in Slavonia (Croazia) ed in altri territori dell'Europa centro-orientale (Germania, Austria, Ungheria….). Tali foreste occupano decine o, talvolta, centinaia di chilometri quadrati di territorio che hanno loro caratteristiche macroclimatiche e pedologiche. Pensare però che ogni singolo tronco rappresenti e abbia le caratteristiche dell'intero territorio è evidentemente una forzatura e sarebbe come dire che una singola vite di Sangiovese (clone xxx) coltivata a Gaggiano rappresenti l'intero territorio del Chianti. Nel mondo enologico si parla di caratteristica di vigneto e/o territorio ma il vino ottenuto deriva dalla media di decine di migliaia di viti mentre, estremizzando, una botte potrebbe derivare da un unico tronco e quindi essere rappresentativa solo dello stesso. Si deve inoltre tener conto che la quercia viene tagliata ad una età di 120-170 anni; il legno derivante dal centro del tronco avrà 150 anni di "stagionatura umida", con tutte le reazioni di degradazione conseguenti, viceversa il legno della parte esterna del durame avrà "solo" 20-30 anni di questo invecchiamento naturale: queste differenze di età reale chiaramente portano a diverse evoluzioni e quindi composizioni del legno. Tali effetti vengono attenuati nel caso delle barriques, dove un lotto produttivo di vino si distribuisce su decine o centinaia di unità; nel caso di botti di grandi dimensioni un lotto di produzione o un vigneto possono essere contenuti in una unica botte: le caratteristiche di quella botte condizioneranno la produzione per 15-25 anni.
Negli ultimi anni il mercato delle botti ha proposto una classificazione dei legni basata sulle caratteristiche compositive del legno; in particolare l'azienda Garbellotto di Conegliano propone selezioni classificate secondo quattro classi: Struttura, caratterizzata da alti apporto fenolici, Dolce, caratterizzata da morbidezza gustativa e dolcezza aromatica, Spezie, caratterizzata da complessità aromatica e morbidezza gustativa ed Equilibrio, con caratteristiche intermedie tra le tre classi precedenti.
Mentre risulta molto importante classificare i legni si pone un problema: come scegliere i legni forniti dal mercato?
In questa sperimentazione si è scelto un percorso per step successivi: 1) valutazione rapida con chips, 2) conferma con barriques, 3) verifica con grandi botti in affinamento reale.

ASPETTI METODOLOGICI

La sperimentazione è stata svolta secondo le seguenti attività:
Attività 1: Utilizzo di metodi rapidi per la valutazione dell'interazione legno-tostatura-vino.
Attività 2: Conferma dei metodi precedenti su botti di piccole dimensioni.
Attività 3: Conferma dei metodi precedenti su scala reale (botti di grandi dimensioni)
Le 3 attività sono necessarie dato che in relazione al rapporto superficie volume delle botti ed al tempo di contatto vino legno le evoluzioni dei vini sono diverse in quanto con l'attività 1 si valuta il semplice scambio vino-legno senza controllo dell'ossigeno, con l'attività 2 entra in gioco uno scambio più lento oltre a permeazioni di ossigeno relativamente rapide mentre con l'attività 3 (reale) tutti i processi sono rallentati.

Prima fase:

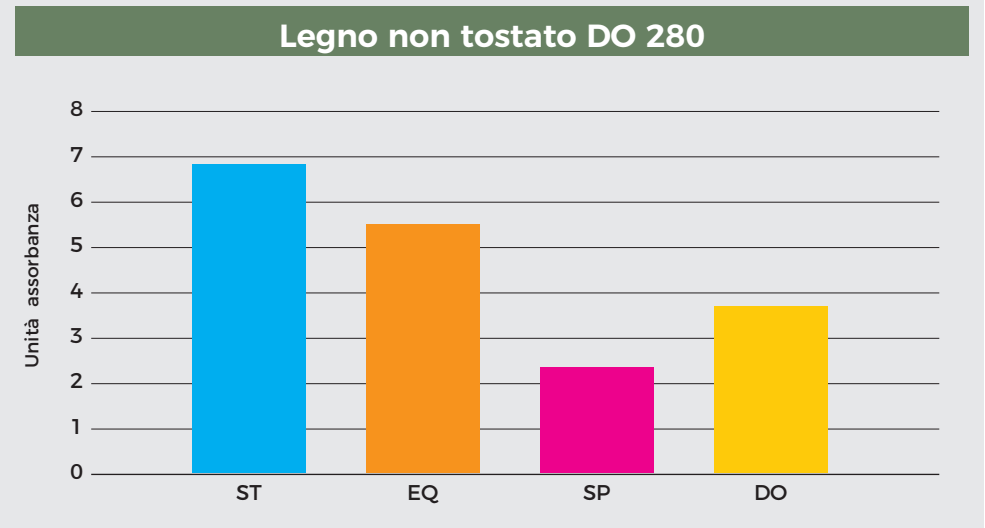
Valutazione della qualità del legno in relazione alla classe merceologica

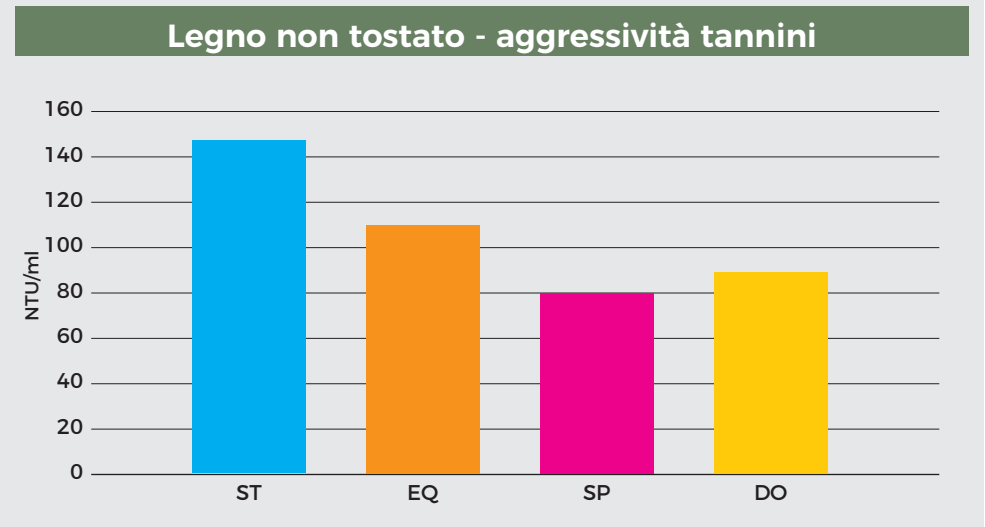
Le doghe consegnate da G&P Garbellotto S.p.A. e già classificate sono state sottoposte a verifica analitica per valutare se le classi merceologiche (Struttura, Equilibrio, Spezie e Dolce) venivano confermate dai dati analitici.
A tale scopo le singole doghe sono state carotate, le carote macinate rese omogenee per avere massa unica e media delle singole classi. Le polveri così ottenute sono state inviate alla valutazione analitica per la frazione aromatica e per la frazione fissa.

Valutazione della frazione fissa

Le polveri ottenute sono state messe in infusione in simil-vino (tampone tartarico a 12%vol e pH3,2) per 10 giorni. Trascorso tale tempo la frazione limpida è stata separata e sottoposta a valutazione dello spettro UV e Visibile e alla valutazione dell'aggressività dei tannini. Quest'ultima valutazione consiste nell'aggiungere della saliva microfiltrata al campione opportunamente diluito; le glicoproteine salivari interagiscono con la frazione tannica creando una torbidità misurabile. Tale torbidità è in relazione alla sensazione gustativa di astringenza.
In questa rappresentazione si è scelto di evidenziare le sole Densità ottiche a 280 nm, rappresentative dei polifenoli totali ceduti, e l'aggressività dei tannini.
Dall'osservazione degli istogrammi risulta evidente che le classi merceologiche rispondono alle attese con la classe Struttura che cede la maggior quantità di tannini con poco meno di 7 u.a. mentre le classi aromatiche (Spezie e Dolce) ne cedono

circa la metà con valori tra 2 e 3,5 u.a.. La classe equilibrio si pone a valori intermedi con 5,5 u.a. Discorso analogo si può fare per l'aggressività dei tannini che mostra un andamento decrescente nel senso Struttura-Equilibrio-Dolce -Spezie.
Alla luce di questi risultati si può tranquillamente affermare che, per quanto riguarda la frazione fenolica, le classi merceologiche delle doghe analizzate rispondono pienamente alle attese.



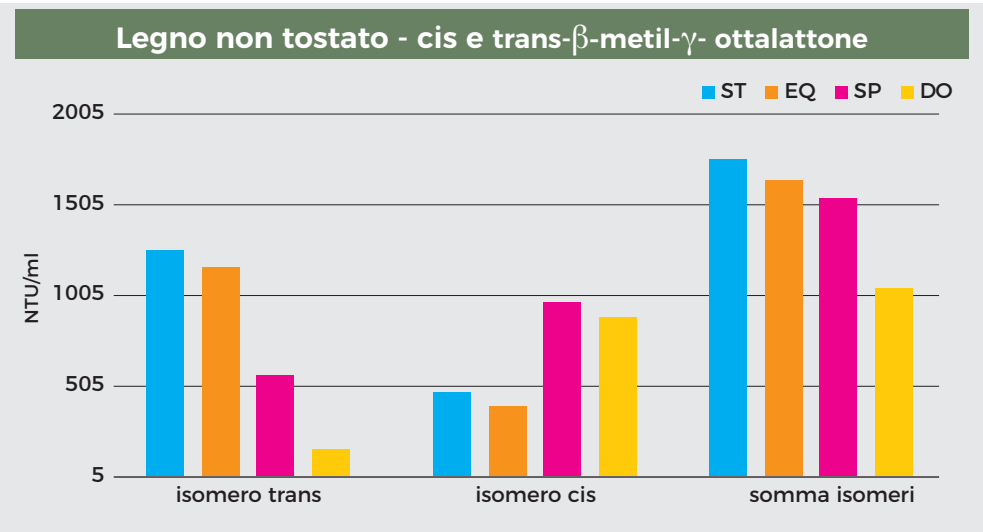


Valutazione della frazione aromatica

Le polveri sono state analizzate direttamente con tecnica SPME-GC-MS (Solid Phase Microextraction - Gas Chromatography - Mass Spectrometry) andando a valutare:

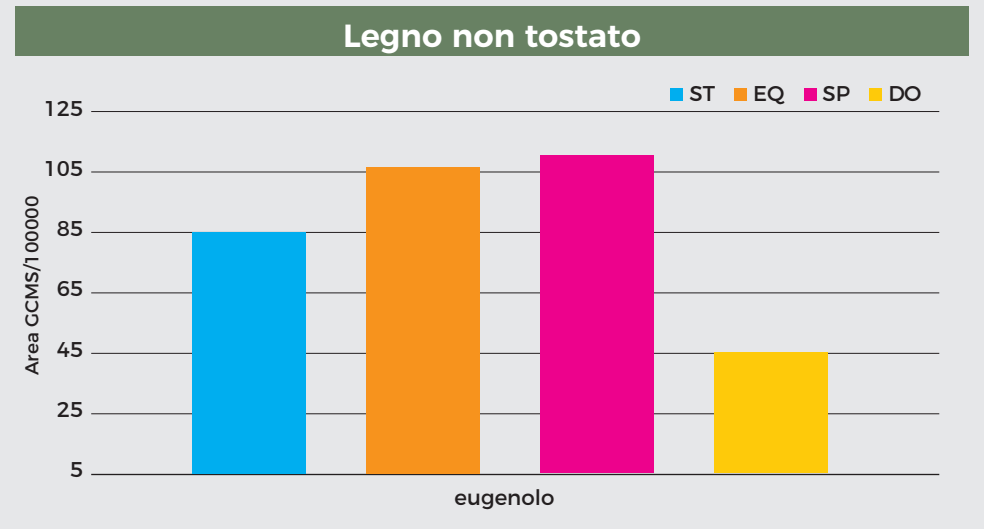
- Composti aldeidici (esanale, eptanale, nonanale); apportano note vegetali e di segatura
- Ottalattoni nella forma cis e trans; caratteristici di Quercus, apportano note di cocco e dolciastre
- Furfuraldeide; prodotto di degradazione della frazione polisaccaridica con note dolciastre e di frutta secca
- Eugenolo; prodotto di degradazione della lignina e principale responsabile delle note speziate
- Vanillina; prodotto di degradazione della lignina, assieme ad altri composti della famiglia responsabile delle note di vaniglia, dolci, pasticceria.

Senza entrare nel dettaglio di ogni singolo parametro risulta molto più utile rappresentare i composti marcanti le classi merceologiche indagate: Lattoni, Eugenolo, Vanillina e rapporto vanillina/eugenolo. A tale scopo vengono riportati degli istogrammi con i valori relativi dei singoli composti:

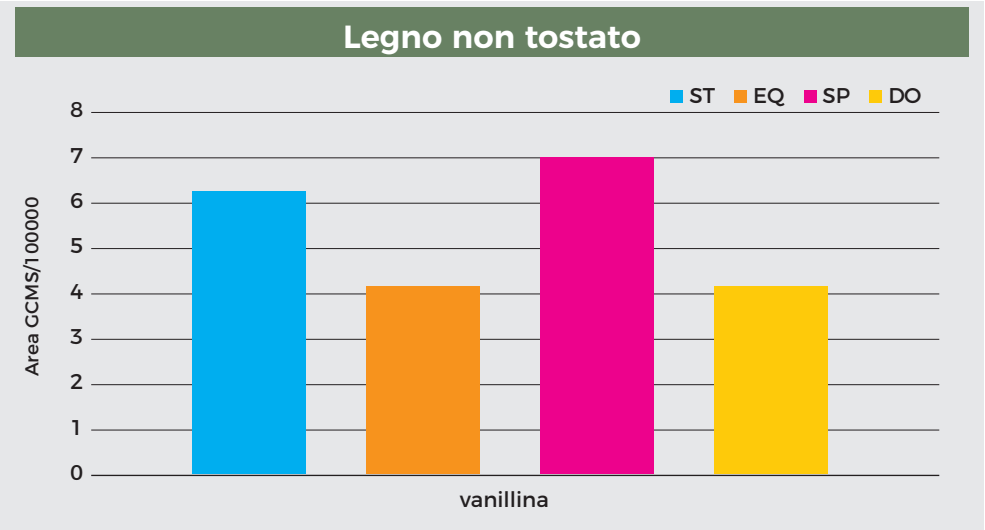


Ottalattoni: risulta evidente che la somma degli isomeri diminuisce in modo lineare secondo l'ordine Struttura, Equilibrio, Spezie e Dolce; Ciò apparentemente è un controsenso in quanto le classi "aromatiche" apparentemente sono le più povere di aromi. In realtà gli ottalattoni sono presenti nel legno sotto forma di quattro diastereoisomeri che vengono raggruppati due a due secondo le forme cis e trans. Secondo bibliografia la forma cis ha note di cocco e dolciastre mentre la forma trans presenta note di cocco e speziate. Oltre a queste diverse sfumature aromatiche però la bibliografia riporta che la forma cis ha una soglia di percezione da dieci a venti volte

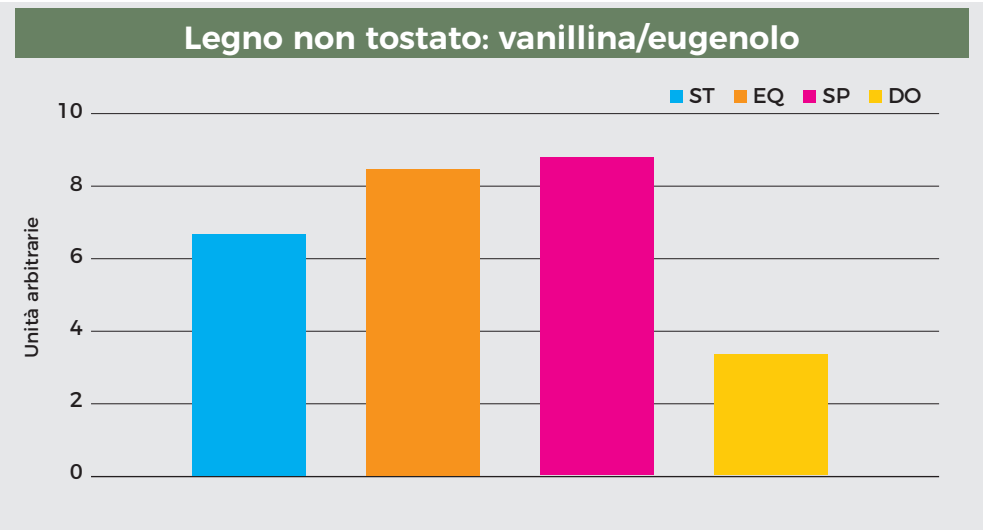
inferiore alla forma trans; a parità di concentrazione la forma cis darà sensazioni dieci volte più intense. Dagli istogrammi risulta evidente come nelle classi strutturanti domini la forma trans (cocco spezie ma poco percepibili) mentre la forma cis (Cocco, dolce molto percepibile) abbia concentrazioni doppie nelle classi "aromatiche" Per quanto riguarda l'eugenolo (spezie, chiodo di garofano) si vede come questo sia più rappresentato nelle classi Equilibrio e Spezie seguite da Struttura mentre la classe Dolce presenta dei valori relativamente bassi.



La vanillina non presenta andamenti lineari e mostra valori più alti in Spezie e Struttura e più bassi in Equilibrio e Dolce.



Apparentemente questi dati sono in contrasto con la denominazione delle classi merceologiche ma anche qui bisogna tener conto di un aspetto: i nostri sensi non percepiscono singolarmente e in modo lineare i diversi composti ma percepiscono il mix che ne esce ed inoltre ci sono dei composti che hanno un effetto coprente su altri. L'eugenolo può avere questo tipo di effetto per cui risulta interessante valutare anche il rapporto Vanillina/eugenolo per capire quale sarà la nota dominante: In questo caso si vede come la classe Dolce balzi al primo posto ricollocandosi correttamente nella sequenza delle classi merceologiche.



Dall'insieme di questi dati possiamo affermare che la fornitura di doghe classificate rispetta in modo coerente le classi merceologiche Indicate:

- la Struttura si presenta ricca in polifenoli con un discreto corredo aromatico ma ricca in lattoni Trans poco percepibili e con note diverse dai cis;
- le Spezie si presentano con un basso corredo fenolico ma ricche in eugenolo, lattoni cis e vanillina e quindi con un forte e complesso impatto aromatico
- la classe Dolce si presenta con un basso apporto fenolico ed un equilibrio aromatico spostato verso la vanillina e lattoni cis dando così prodotti meno impattanti e con aromi dolci e delicati
- l'Equilibrio, come da definizione, mostra caratteristiche intermedie fra questi tre caratteri.

Seconda fase:

Valutazione della qualità del legno a diversi gradi di tostatura

Le doghe classificate sono state tostate secondo 4 livelli di tostatura utili a simulare la produzione delle botti:
Tostatura leggera, media, media-forte e intensa.
Sono state effettuate diverse prove di tostatura allo scopo di avere dei risultati omogenei:

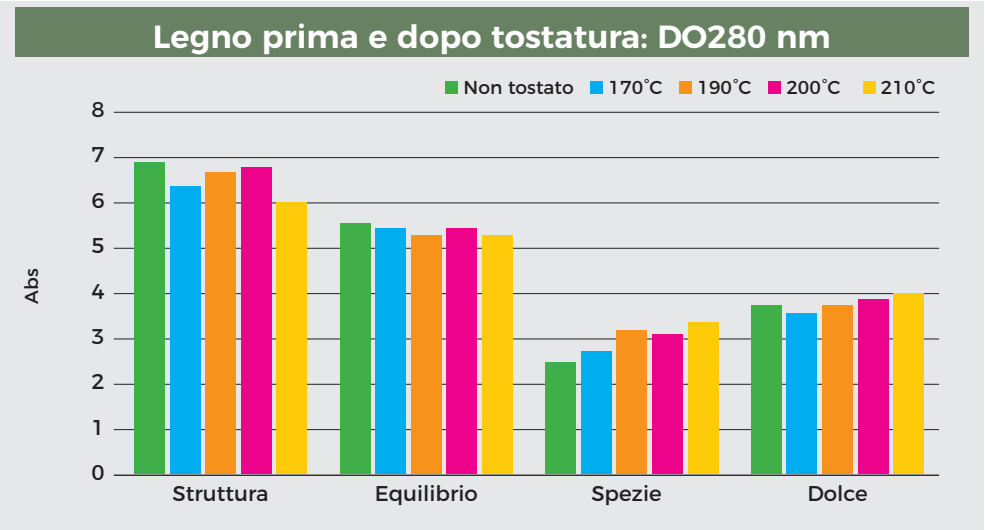
- la tostatura nelle stesse condizione di lavorazione delle botti non è stata possibile in quanto implicava una piegatura delle doghe con conseguente difficolta di campionamento omogeneo dello strato interno;
- la tostatura per irraggiamento elettrico si è mostrata molto difficoltosa per la grandezza e la numerosità delle doghe e soggetta alla variabilità dei numerosi trattamenti necessari;

si è optato alla fine per la tostatura, in stufa termostatata a ricircolo forzato di aria, su sezione delle doghe di 7 mm di spessore allo scopo di avere un effetto omogeneo e permettere quindi la macinazione completa delle sezioni tostate senza preoccuparsi della profondità dell'effetto di tostatura.
Sono state individuate le seguenti condizioni:
- Tostatura leggera 20 minuti a 170°C
- Tostatura media 20 minuti a 190 °C
- Tostatura medio-forte 20 minuti a 200°C
- Tostatura Forte 20 minuti a 210°C

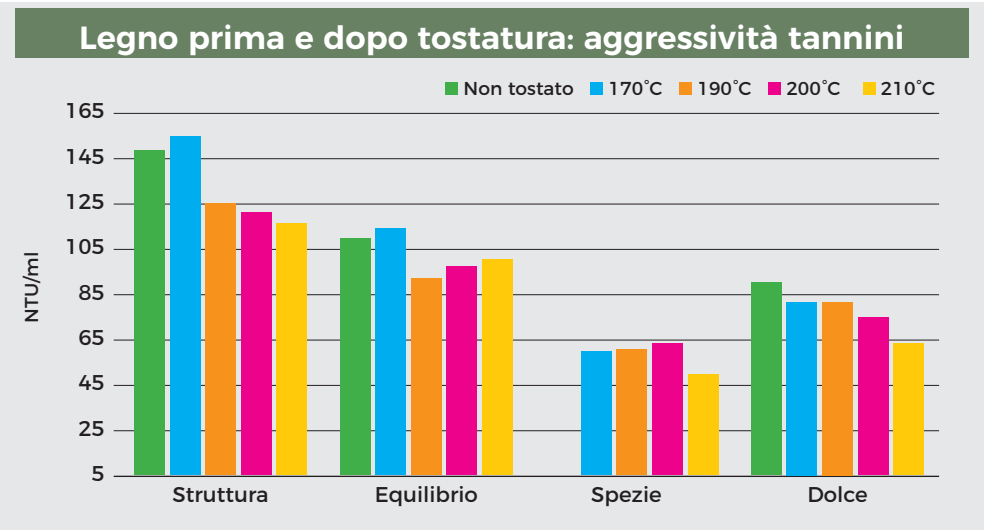
Le sezioni di doghe tostate così ottenute sono state prima spezzettate manualmente e poi macinate, con un mulino a coltelli di grosse dimensioni vista la quantità di prodotto da trattare a differenza della prova precedente effettuata con un mulino a lame rotanti da laboratorio
Le polveri così ottenute sono state trattate allo stesso modo della prova precedente: per la frazione volatile analisi diretta sulle polveri con tecnica SPME-GC-MS e per la frazione fissa infusione in simil-vino ed analisi del limpido dopo 10 giorni.

Valutazione della frazione fissa

L'andamento della DO280 osservata mostra una relativa stabilità ai diversi gradi di tostatura; questo probabilmente è dovuto al fatto che a fronte dei processi di degradazione della frazione polifenolica si assiste ad un incremento di sostanze di degradazione della lignina in grado di assorbire alla stessa lunghezza d'onda. Resta comunque confermato che anche dopo tostatura le assi che avevano un maggior apporto di polifenoli conservano la stessa caratteristica.

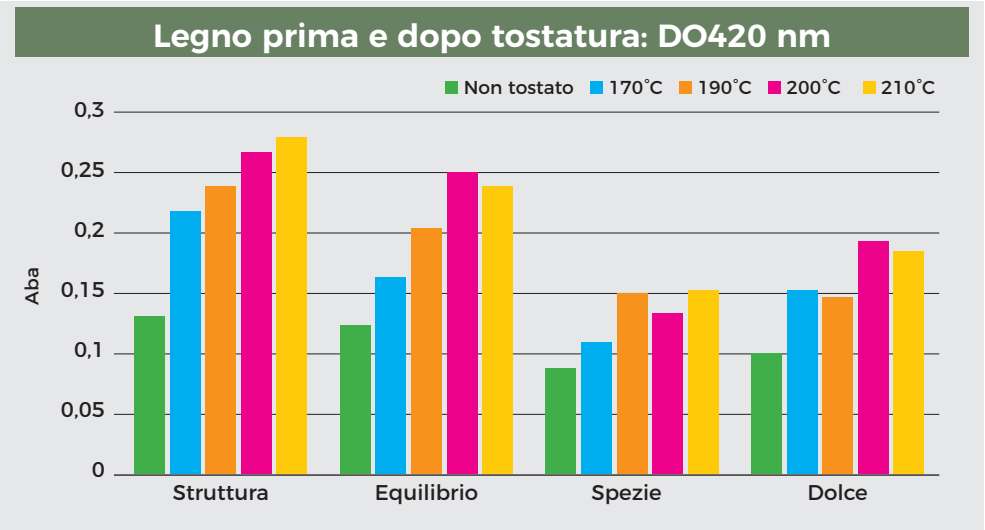


Questi andamenti e queste ipotesi sono confermate dai test di aggressività dei tannini che mostrano un andamento decrescente all'aumentare della tostatura conservando la differenza tra classi.



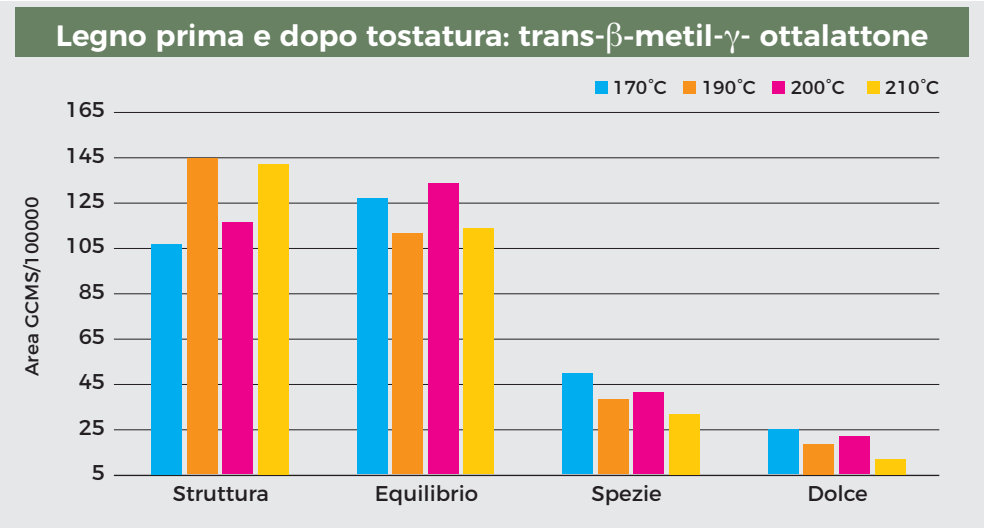
In questo caso abbiamo inserito anche la valutazione della densità ottica a 420nm, indice della colorazione gialla. Si nota, come atteso, un incremento del colore all'aumentare della tostatura ma risulta evidente come questo incremento di colore non sia omogeneo nelle diverse classi ma dipenda ancora dal contenuto polifenolico soggetto a diversi gradi di degradazione. A riscontro di questo si può notare che col

legno non tostato le quattro classi mostravano livelli di colore confrontabili.
Anche in questo caso si nota la conservazione ai diversi livelli di tostatura delle caratteristiche iniziali delle classi. Questo implica un diverso approccio nelle tecniche di tostatura; un livello di tostatura valutato solo con l'evoluzione del colore rischia di portare a sovra-tostature delle classi aromatiche tostature scarse nelle classi ricche in polifenoli.

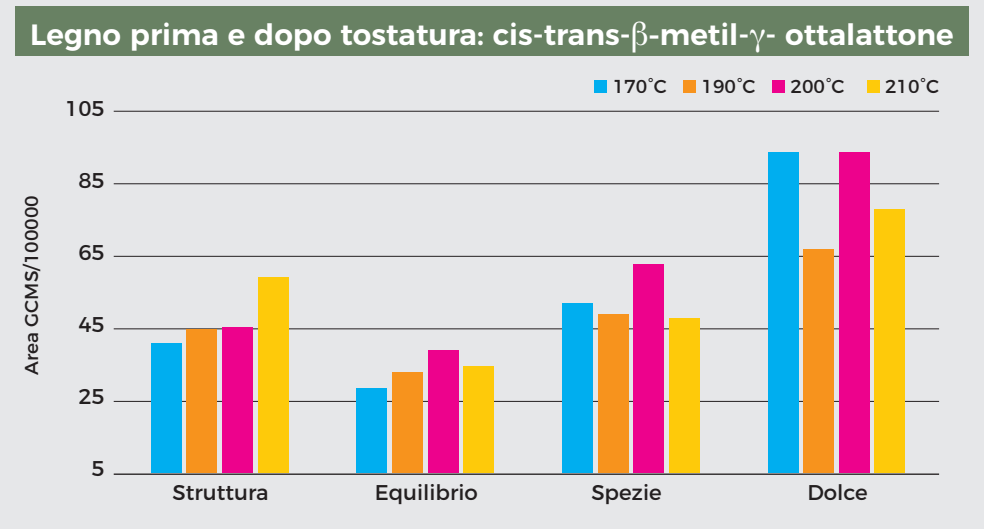


Valutazione della frazione volatile

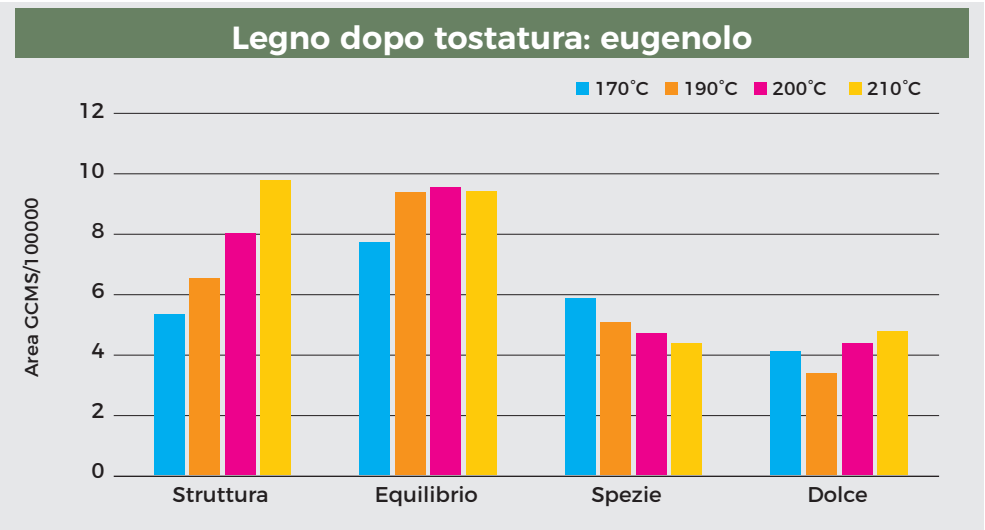
I lattoni non sono composti che si formano durante la tostatura, possono andare



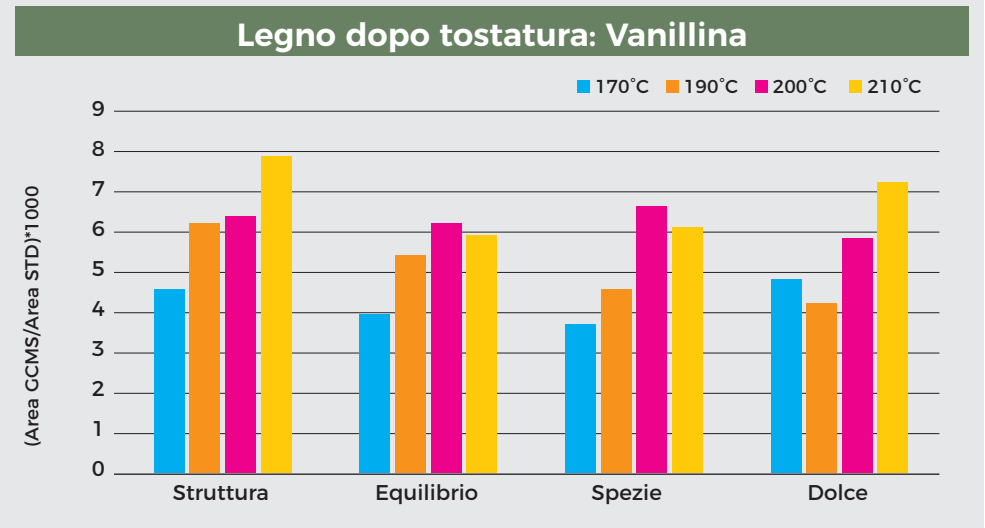
incontro, con l'effetto termico, a volatilizzazione o parziale isomerizzazione. Dagli andamenti osservati si nota per il trans ottalattone una sostanziale conservazione delle concentrazioni nelle classi Struttura ed Equilibrio mentre c'è una leggera tendenza alla diminuzione con l'effetto della temperatura nelle classi Spezie e Dolce. Anche qui il rapporto tra classi merceologiche osservato sul legno tal quale viene conservato.



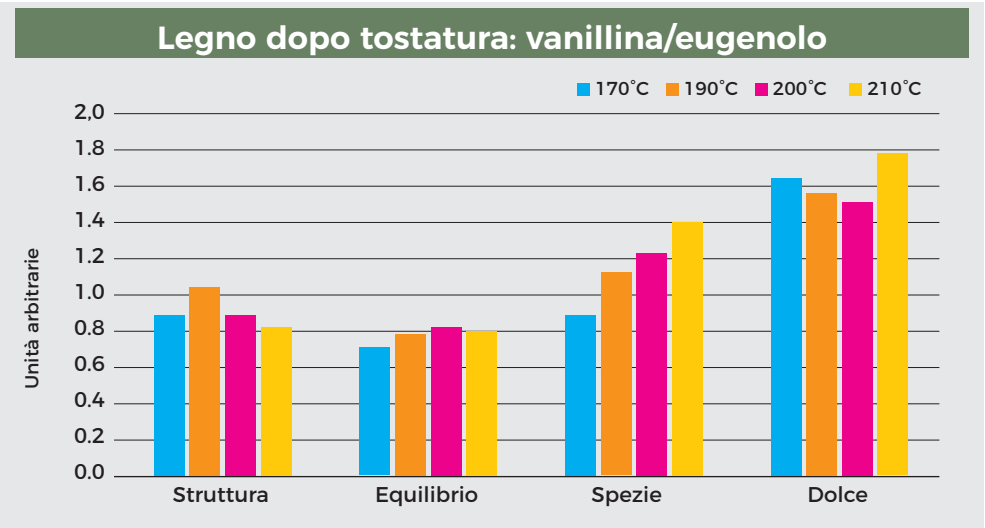
Anche per il cis ottalattone si osservano gli stessi rapporti delle classi merceologiche con la classe Dolce che domina sulle altre.



L'eugenolo mostra andamenti diversi nelle diverse classi: un deciso incremento con la tostatura per la classe struttura, il raggiungimento di un plateau per la classe equilibrio, la diminuzione per la classe spezie e la conservazione per la classe dolce.
Mentre per Struttura ed equilibrio questi andamenti erano attesi, secondo quanto riportato in bibliografia, il contenuto assoluto ed il decremento nella classe spezie sono difficilmente spiegabili. Sarà da valutare l'impatto di questo sull'aroma complessivo.



Per la vanillina si osservano, come attesi, gli aumenti all'aumentare della tostatura per Struttura Equilibrio e Dolce mentre c'è una relativa costanza per la classe Spezie



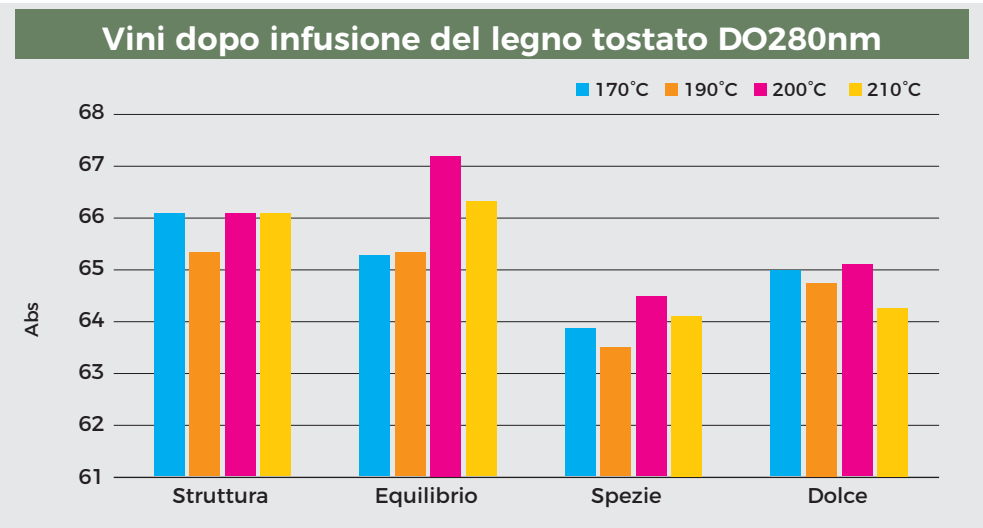
(con un dato da rivalutare: i 200°C). Questo insieme di informazioni fa pensare ad una minore sensibilità alla Tostatura del classe Spezie e, in misura minore, della classe Dolce. Da valutare se questi andamenti ambigui e senza riscontro in bibliografia siano dovuti ad eventuale diversa densità del legno, a diversa porosità e quindi diversa predisposizione alla volatilizzazione a caldo o al diverso rapporto lignina-altri costituenti delle diverse classi di legno.
Nonostante le osservazioni precedentemente descritte il rapporto vanillina/eugenolo conferma il primato per la classe Dolce e l'evoluzione positiva in tostatura.
Alla luce di questi andamenti e considerazioni risulta sempre più importante valutare l'insieme degli effetti delle interazioni classe del legno-livello di tostatura-vino. Le singole tesi infatti possono avere delle ricadute sensoriali completamente diverse per i diversi vini.

Terza fase:

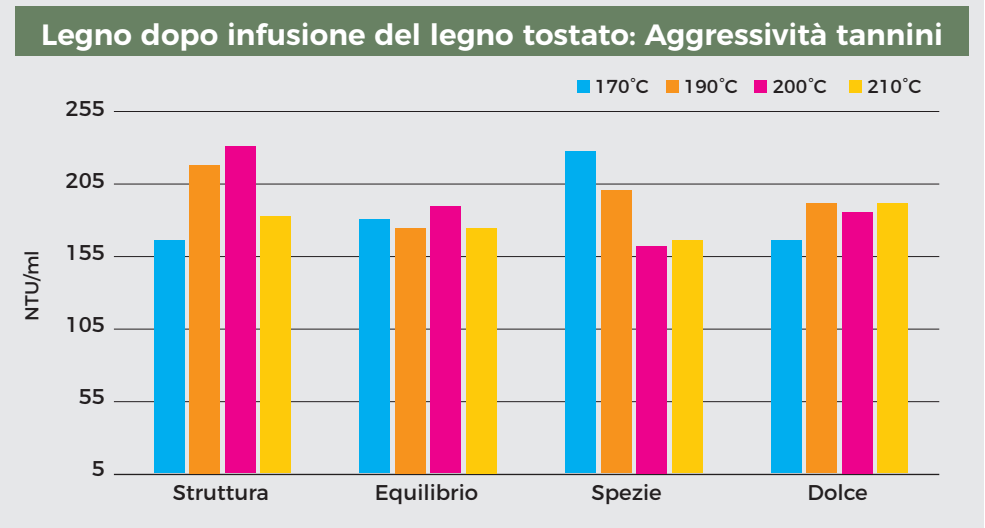
Valutazione dell'interazione legno-vino

La terza fase di lavoro ha comportato l'infusione nel vino fornito dall'azienda Casa Vinicola Melini dei chips ottenuti dalle prove precedenti. Anche qui dopo 10 giorni di infusione il vino è stato separato dalla frazione solida e imbottigliato.
I campioni così ottenuti sono stati destinati ad analisi chimica, a valutazione sensoriale da parte dei tecnici di GIV e a valutazione sensoriale da parte del panel di assaggio dell'Università di Udine.

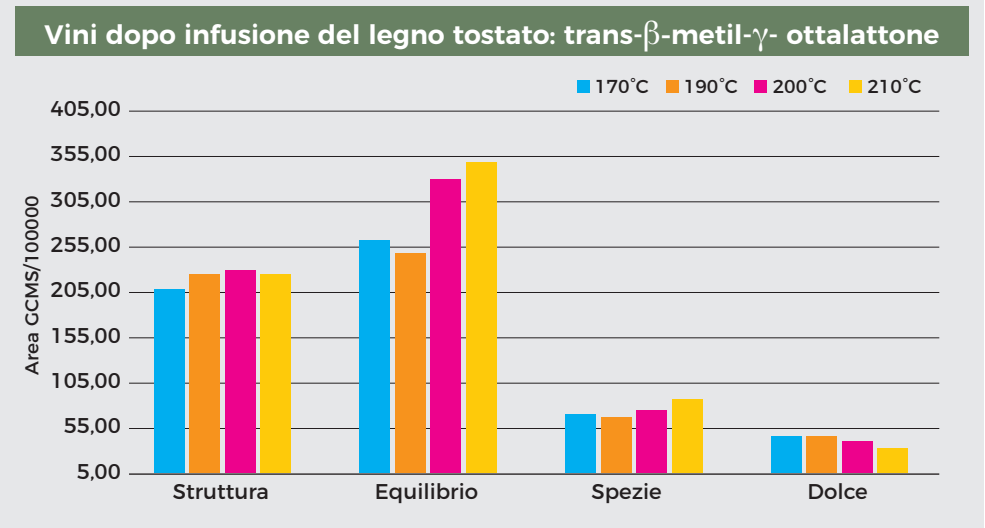
Valutazione analitica

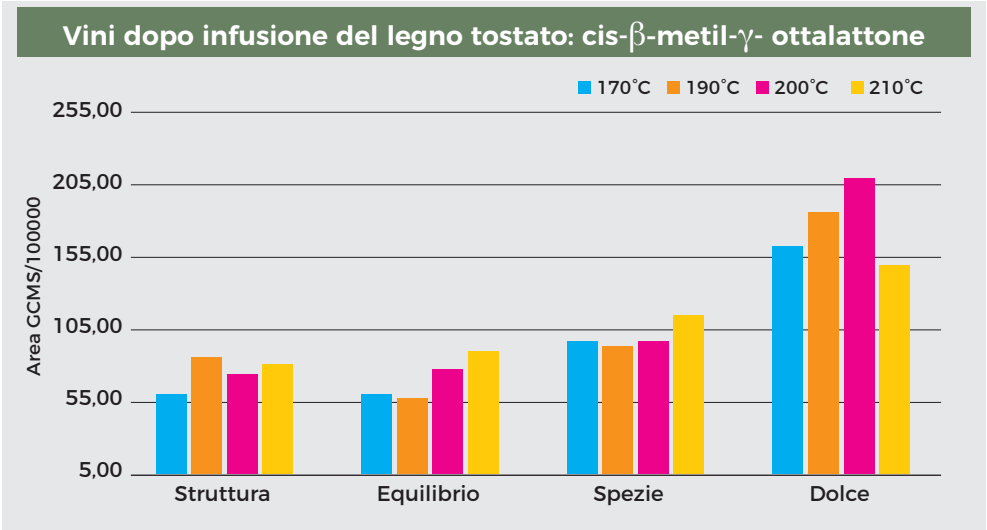


La valutazione della DO280 mostra gli andamenti attesi: Valori leggermente superiori nella tesi Struttura e valori più bassi per Spezie e Dolce con l'Equilibrio in situazione intermedia. In ogni caso è chiaramente dominante l'apporto del vino di partenza.

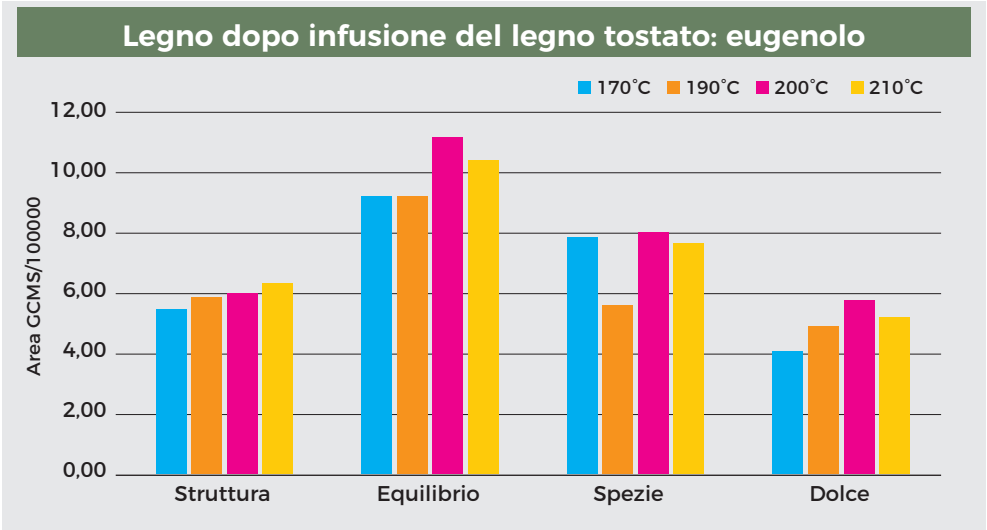


La valutazione dell'aggressività dei tannini invece, pur con valori confrontabili tra le tesi, dati sempre dal vino di partenza, mostra una costanza per le tesi Equilibrio e Dolce, una tendenza all'aumento col grado di tostatura per la Struttura ed una diminuzione per Spezie. Questo fatto probabilmente è dovuto alla diversa interazione tra frazione fenolica del vino e diverse caratteristiche del legno. Visti i tempi brevi di contatto questa osservazione deve essere confermata dalle valutazioni su casi reali della seconda e terza fase di attività.

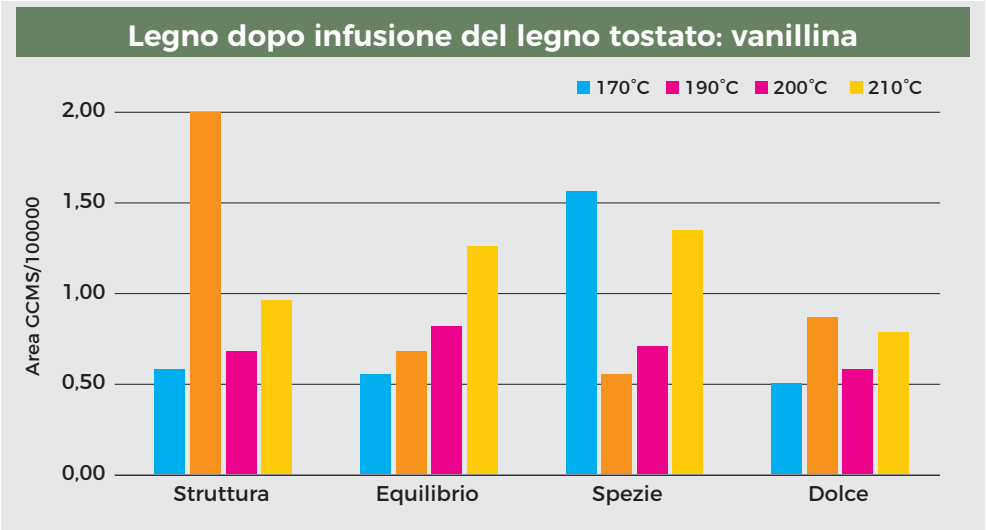




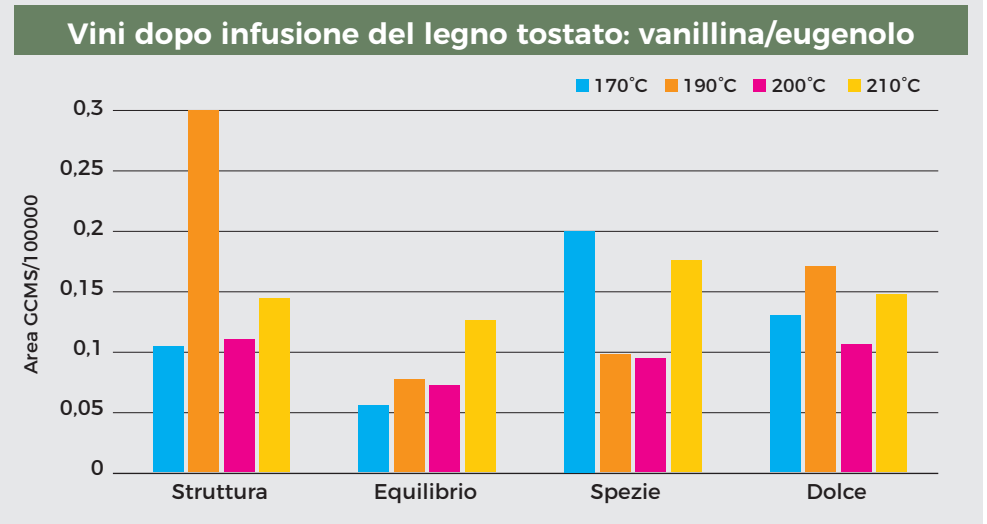
La valutazione di trans e cis ottalattoni mostra gli stessi andamenti osservati nel legno tal quale: netta prevalenza della forma trans per Struttura ed Equilibrio, e forma cis dominante nel Dolce con Spezie a valori intermedi. Viene quindi confermata la caratteristica dominante della classe Dolce.



L'andamento dell'eugenolo conferma solo in parte i risultati del legno tal quale: l'equilibrio è il più alto ma le Spezie mostrano delle concentrazioni superiori alla Struttura a differenza di quanto visto nel legno tal quale



La Vanillina mostra gli andamenti attesi solo per la classe Equilibrio; sia in Struttura che in Spezie c'è un punto fuori distribuzione mentre il Dolce rimane praticamente costante. Chiaramente questi punti vanno anche a condizionare il rapporto Vanillina/Eugenolo che non mostra le differenze evidenziate col legno tal quale.
Alla luce dei risultati aggregati si può affermare che le classi merceologiche di doghe proposte rispecchiano analiticamente la definizione; probabilmente le diverse cinetiche di estrazione dei singoli composti e la combinazione dei composti estratti con i componenti del vino portano ad evoluzioni non completamente spiegabili in tempi brevi; La valutazione definitiva si dovrà fare sui casi reali delle Fasi 2 e 3.



Valutazione sensoriale della struttura tecnica GIV-Melini

I vini ottenuti sono stati sottoposti a valutazione sensoriale da parte dell'azienda con una scheda di valutazione semplificata così strutturata:

Scheda di valutazione sensoriale Cantina Melini

Giudice _____ Campione _____

OLFATTO
(scegliere fra: vegetale, legno, fruttato, note dolci, spezie, tostato)

Nota caratterizzante dominante _____

Nota caratterizzante secondaria _____

GUSTO
(scegliere fra: acidità, astringenza, secchezza, corposità, morbidezza, equilibrio)

Nota caratterizzante dominante _____

Nota caratterizzante secondaria _____

RETROLFATTO
(scegliere fra: vegetale, legno, fruttato, note dolci, spezie, tostato)

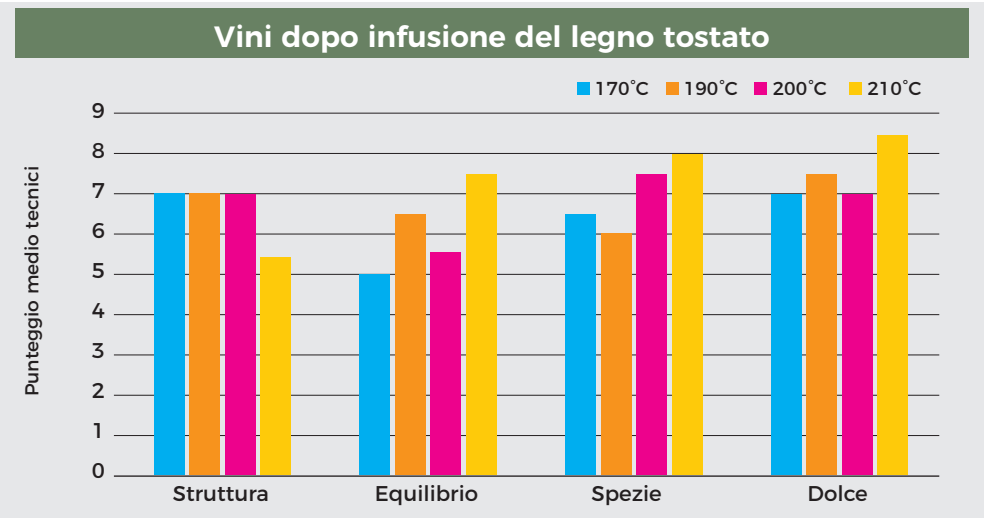
Nota caratterizzante dominante _____

Nota caratterizzante secondaria _____

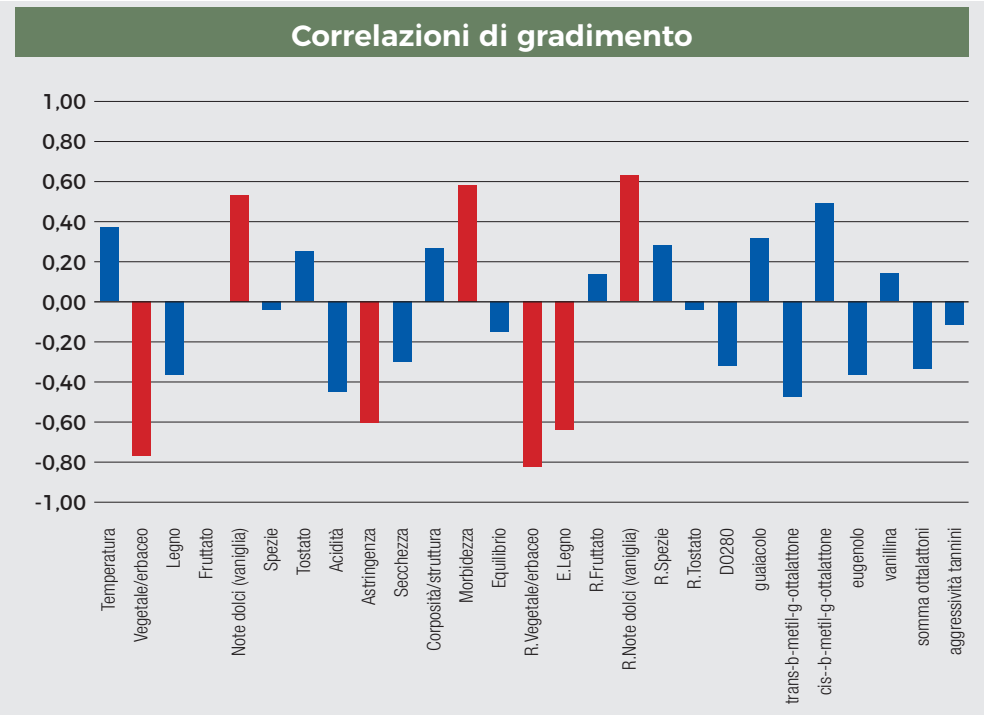
Punteggio di attitudine del prodotto
da 1-3 prodotto non adatto
4-7 prodotto da taglio
8-10 prodotto buono anche in purezza

Punteggio assegnato: _____

Partendo subito dai punteggi assegnati e ponendo il valore 7 su 10 come "limite qualitativo" si osserva che sono valutate adeguate tutte le tesi Dolce, le tesi Spezie a tostatura medio-alta e le tesi Struttura a tostatura più bassa. Le tesi Equilibrio mostrano andamento altalenante e mediamente meno soddisfacenti.



In particolare vengono premiate le note dolci sia olfattive che retrolfattive e la morbidezza gustativa mentre non vengono apprezzate le note vegetali erbacee e l'astringenza da vino non evoluto e le note retrolfattive di legno generico. Anche la sensazione di acidità e secchezza sono correlate negativamente mentre fruttato, spezie ed equilibrio non sono considerati descrittori discriminanti. Per quanto riguarda



la correlazione con le variabili analitiche tendenzialmente non viene apprezzata la DO280, il trans ottalattone e l'eugenolo mentre Guaiacolo (intensità di tostatura) cis ottalattone e vanillina sono apprezzati.

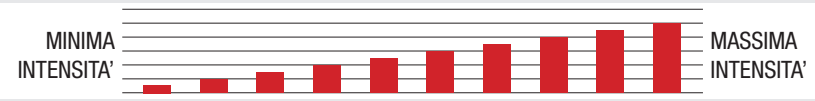
Valutazione sensoriale panel di assaggio Università

Per l'assaggio a Udine è stata usata la seguente scheda:

Scheda di valutazione sensoriale

Nome (o codice) assaggiatore: _____ Serie: _____

OLFATTO



VEGETALE/ERBACEO _____

LEGNO _____

FRUTTATO _____

NOTE DOLCI _____

SPEZIE _____

TOSTATO _____

GUSTO

ACIDITÀ _____

ASTRINGENZA _____

CORPOSITÀ/STRUTTURA _____

MORBIDEZZA _____

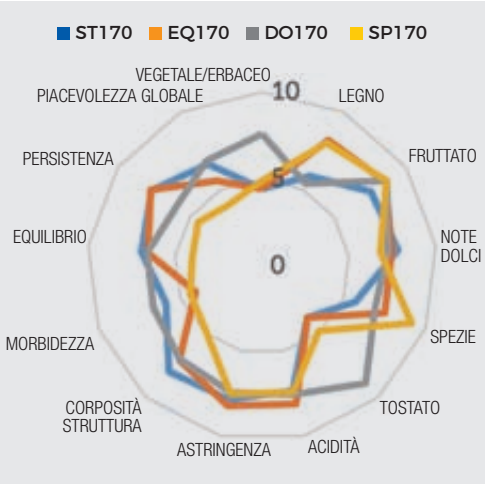
EQUILIBRIO _____

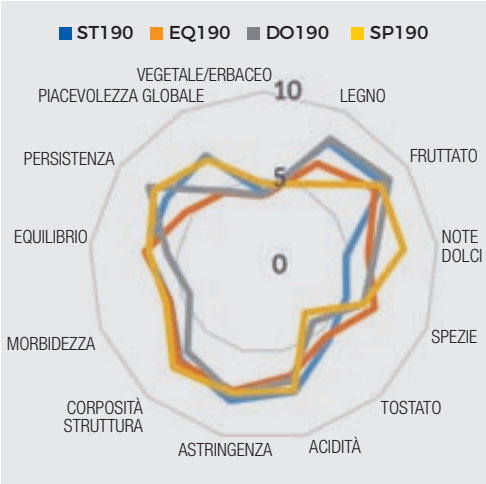
RETRO-OLFATTO

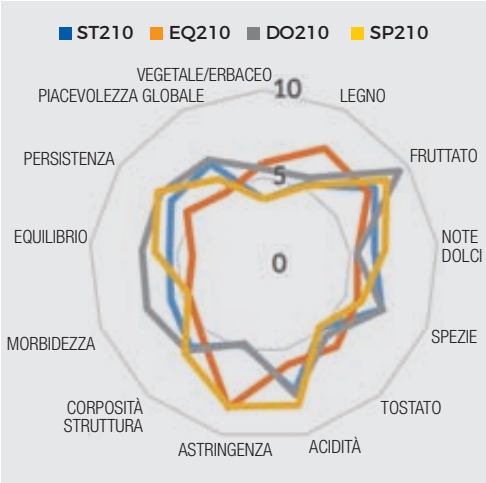
PERSISTENZA _____

PIACEVOLEZZA GLOBALE _____

Come si vede la scheda è notevolmente più complessa in quanto richiede il punteggio per ogni descrittore e non solo una valutazione dei caratteri dominanti. A titolo esemplificativo si riportano i grafici radar raggruppati per temperatura di tostatura.







Gli andamenti riscontrati non danno indicazioni univoche, a testimonianza della complessità di interazioni legno-tostatura vino. Spiccano comunque, in analogia alle valutazioni dei tecnici, le note aromatiche (fruttato, note dolci, spezie) per le classi di legno Dolce e Spezie; la Struttura a bassa tostatura mantiene note erbacee e dà corposità.

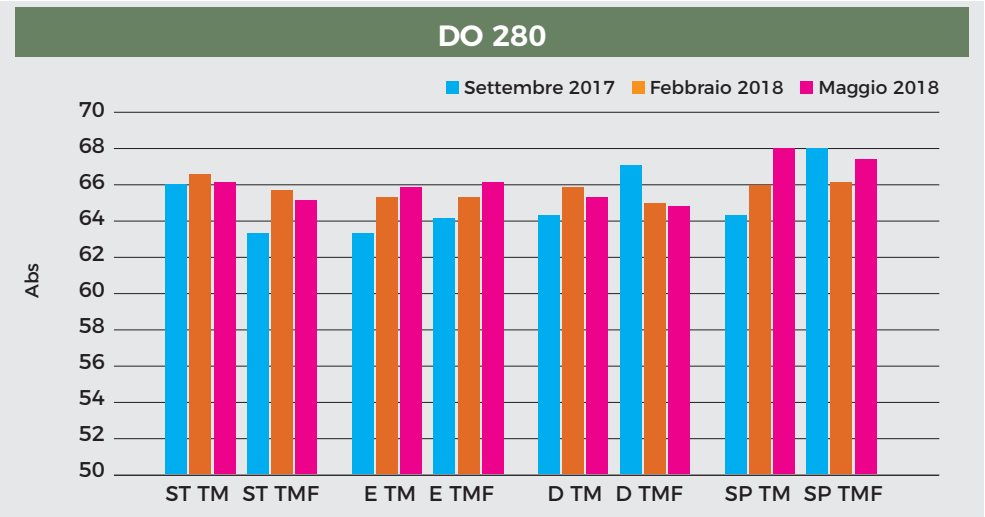
Conclusioni:

Attività 1

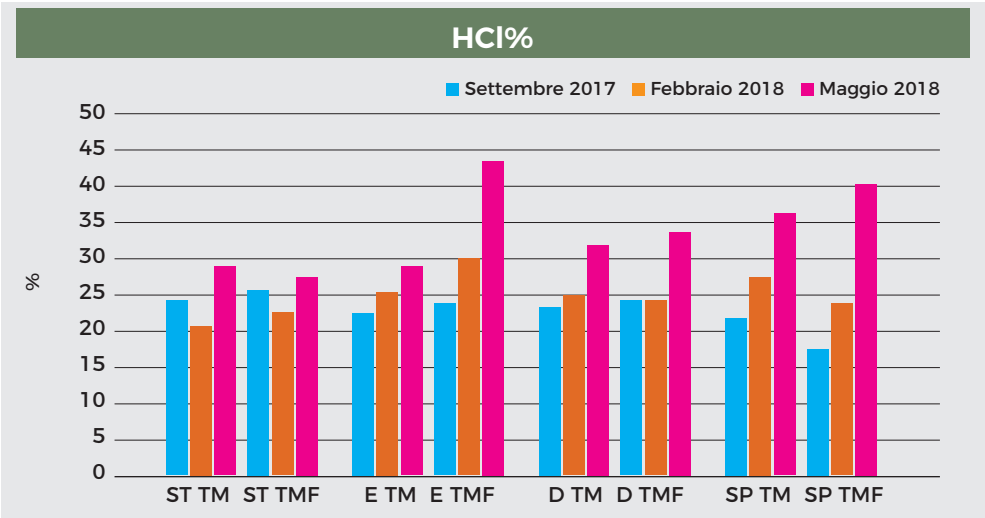
Il metodo di valutazione dei legni proposto sembra dare ottimi risultati:
Le classi di legno del commercio (Struttura, Equilibrio; Spezie e Dolce), pur comportandosi in modo diverso, rispecchiano le loro peculiarità anche dopo tostatura.
La valutazione sensoriale dei tecnici mostra delle evidenti preferenze per la Classe Dolce a tutti i livelli di tostatura, per le Spezie a tostature medio forti e per la Struttura a tostature più basse. La classe Equilibrio non sembra essere particolarmente apprezzata.
Chiaramente queste valutazioni devono essere corroborate dai risultati dell'attività 2 (botti di piccole dimensioni) e dall'attività 3 (Botti di grandi dimensioni) sulle quali sarà possibile valutare anche l'evoluzione del colore e della struttura del vino.

Attività 2

La seconda attività svolta contemplava la valutazione dell'evoluzione del vino con botti di piccole dimensioni (225 litri).
A tale scopo otto botti sono state riempite tra giugno e luglio 2017 e si sono seguiti gli andamenti della frazione fissa, della frazione volatile e l'evoluzione sensoriale. Sono stati individuati tre punti di campionamento: settembre 2017, febbraio 2018 e maggio 2018.
Le otto botti individuate avevano le seguenti caratteristiche:
Struttura tostatura media: ST TM
Struttura tostatura medio forte: ST TMF
Equilibrio tostatura media: E TM
Equilibrio tostatura medio-forte: E TMF
Dolce tostatura media: D TM
Dolce tostatura forte: D TF
Spezie tostatura leggero-media: SP TLM
Spezie tostatura media: SP TM
Per tutte le quattro classi c'è la tostatura media (la più comune per botti di grandi dimensioni) ed un altro livello di tostatura.
Valutazioni analitiche: struttura fissa
Per tutti i vini sono stati valutati i seguenti parametri:
DO 280, indice del contenuto di polifenoli totali
Indice di acido Cloridrico, stima del livello di polimerizzazione dei tannini
Intensità colorante e tonalità: caratteristiche dl colore
Indive dei pigmenti polimerizzati, livello di stabilizzazione del colore



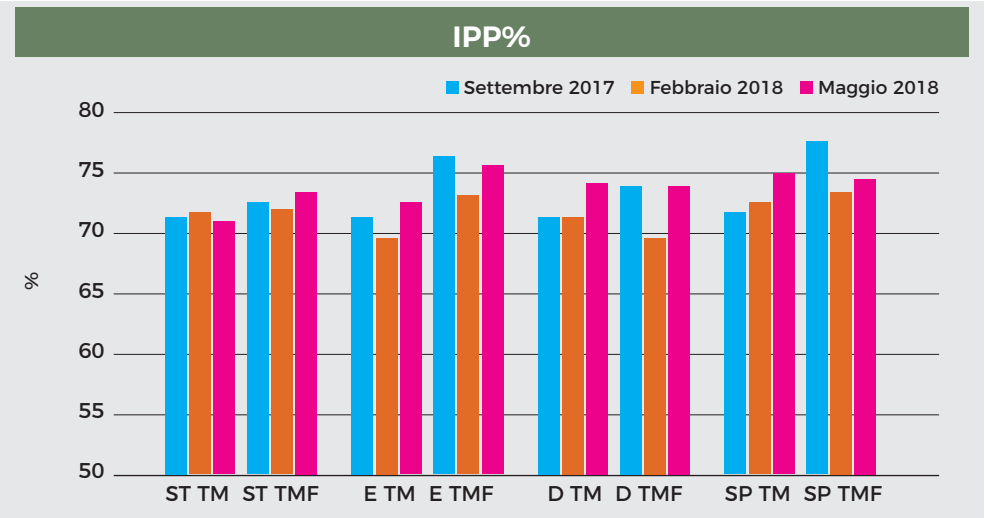
La valutazione della DO280 non ha mostrato andamenti particolari: variazioni di 1-2 unità di assorbanza non sono significative, chiaramente dominano le caratteristiche del vino di partenza.



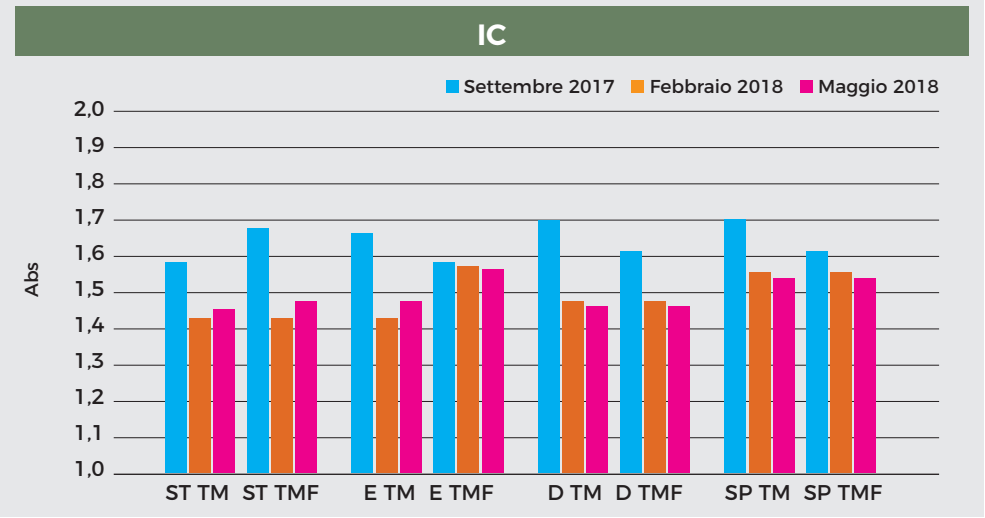
Discorso diverso si deve fare per l'indice di HCl, valutazione del livello di polimerizzazione dei tannini.

Si osserva una relativa stabilità della classe Struttura mentre si evidenzia un notevole incremento per le classi Equilibrio, Dolce e Spezie. Valori per questo indice superiori a 30 indicano possibile instabilità e probabili precipitazioni della frazione fenolica. Queste polimerizzazioni sono modulate da diversi parametri ed in parti-

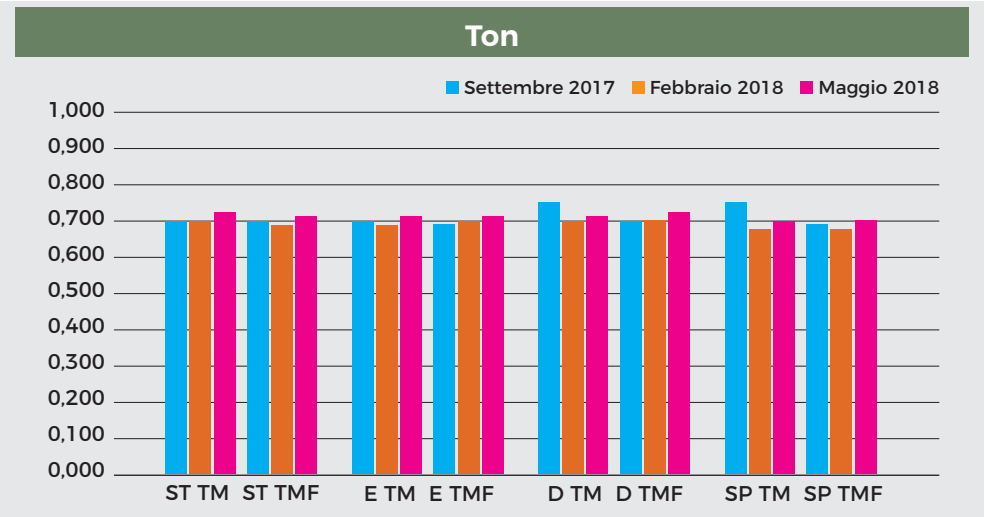
colare da catalizzatori di polimerizzazione ceduti dal legno (tannini ellagici ed altri composti derivanti da tostatura) e dal passaggio di ossigeno. Risulta evidente come le classi diverse da Struttura siano motori troppo potenti di questa via di polimerizzazione. Questo dato dà due indicazioni: da un lato la tipologia di vino non è adatta all'evoluzione in piccoli contenitori, dall'altro per le finalità del progetto la valutazione si dovrebbe basare su tempio più brevi (circa 6 mesi).



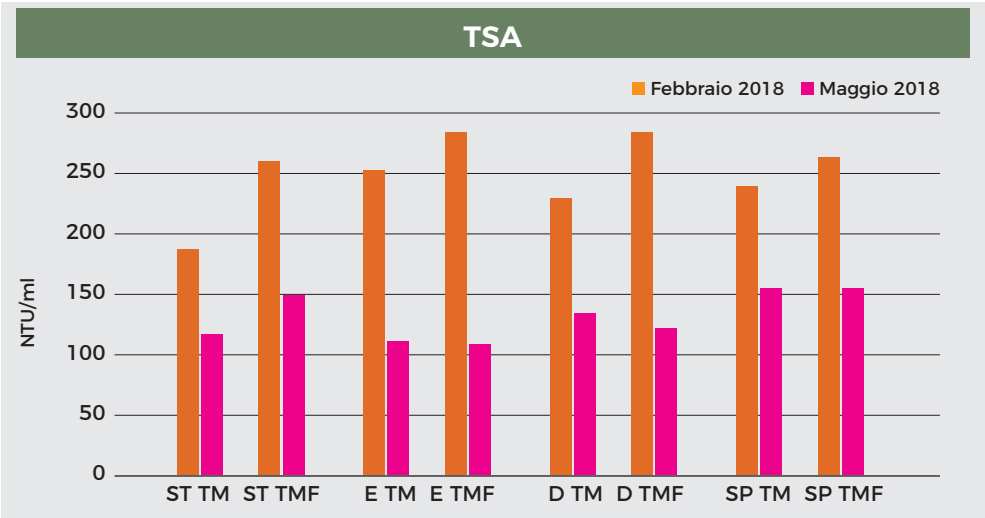
L'andamento dell'indice dei pigmenti polimerizzati non mostra variazioni significative.



La valutazione dell'intensità colorante ha mostrato, dopo un calo iniziale, una relativa stabilità.



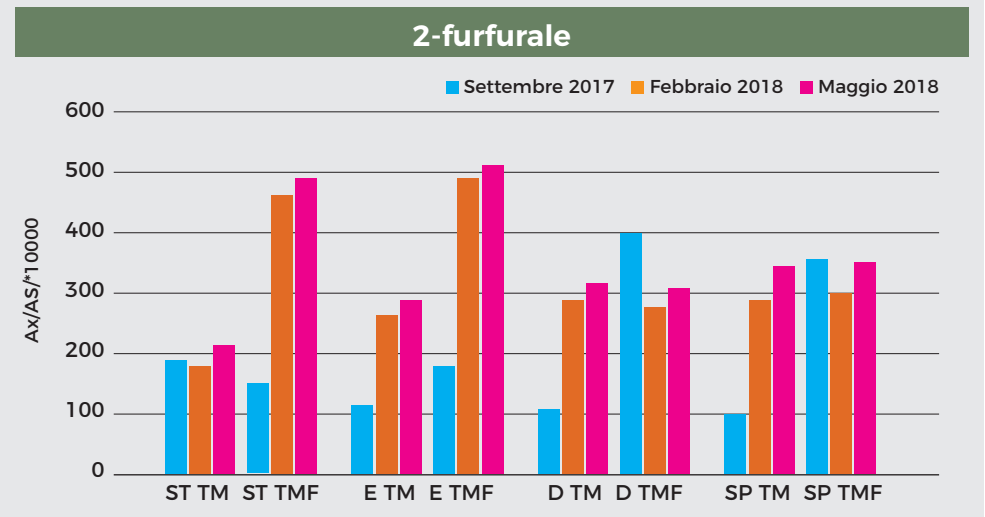
Anche la tonalità (qualità del colore) non ha mostrato differenze percepibili alla vista.



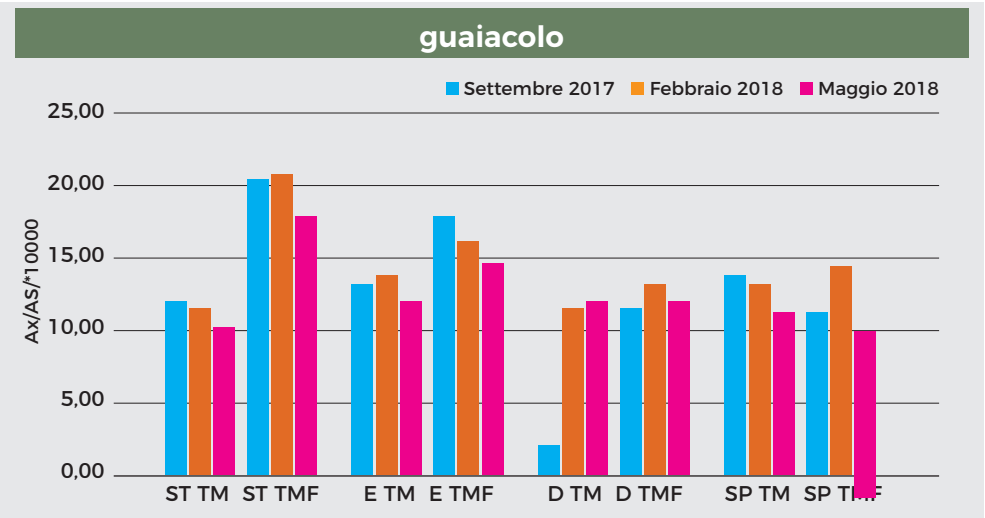
La valutazione dell'attività tannino specifica (aggressività dei tannini) ha mostrato una netta diminuzione nel tempo.

Valutazione della frazione volatile

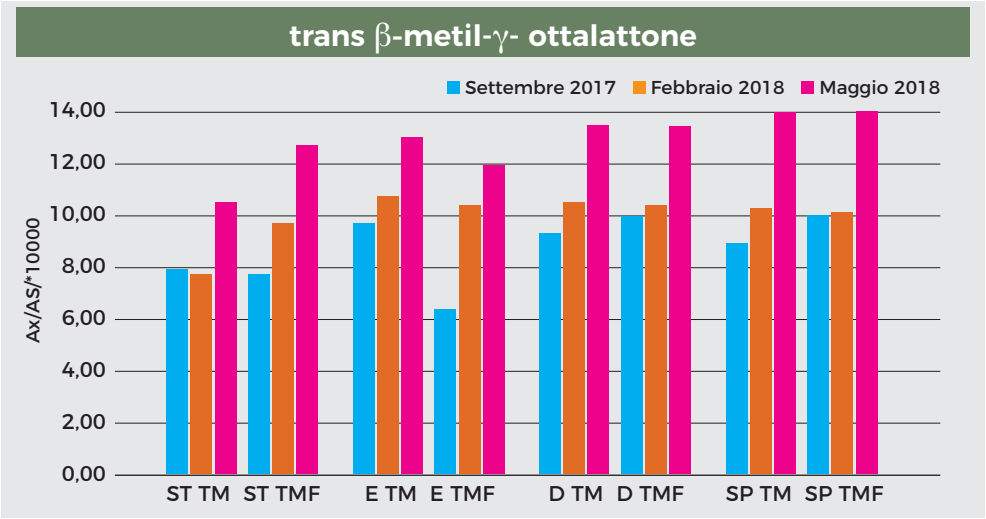
La frazione voltile ha mostrato andamenti diversi, dipendenti, dalla tipologia di composto, dall'origine e dalla reattività degli stessi composti nel sistema vino.
Si riportano di seguito gli andamenti nel tempo dei singoli composti marker.

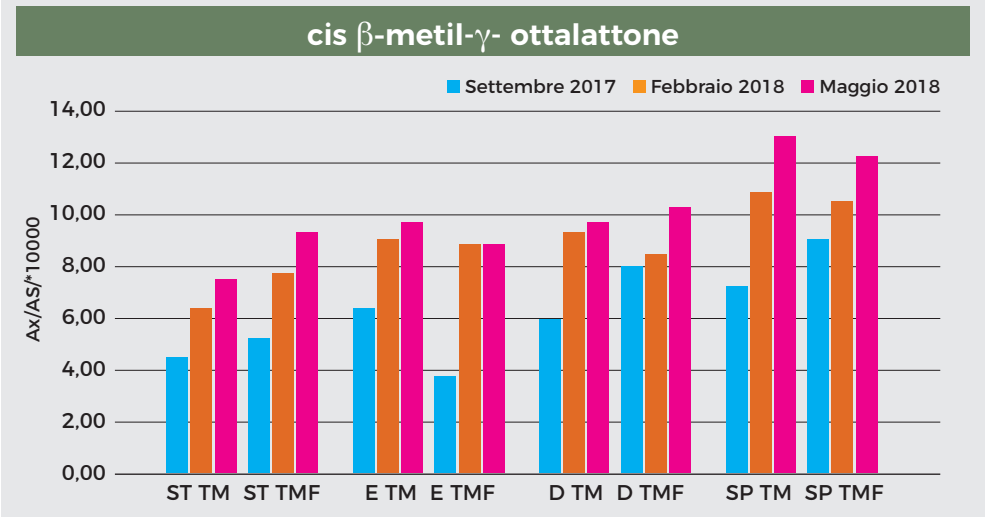


Per il furfurale (prodotto di degradazione delle emicellulose con note dolci) si nota un evidente aumento per le alte tostature delle classi a maggior concentrazione fenolica.

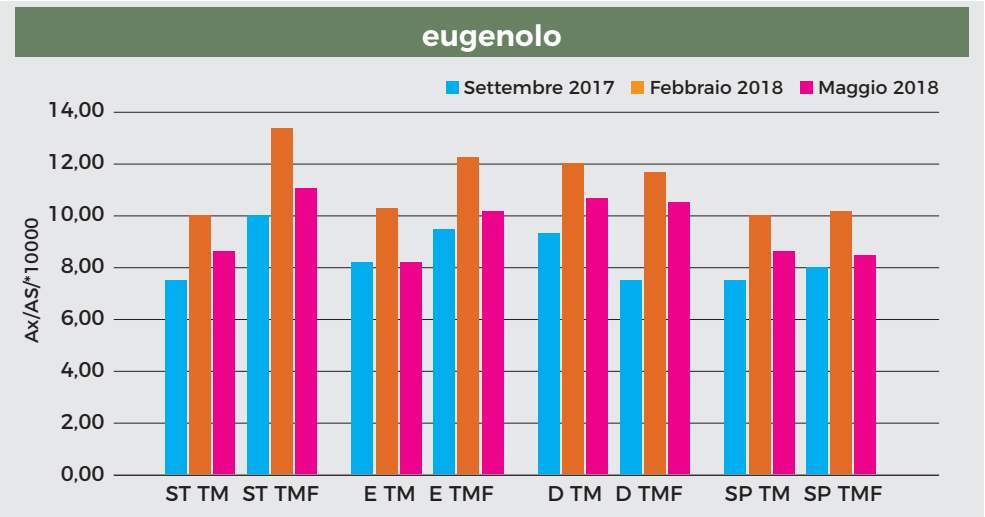


Il guaiacolo (prodotto di degradazione della lignina che si forma ad alte temperature, note di fumo)si evidenzia una maggior concentrazione nelle classi ad alto contenuto fenolico. La concentrazione prevalentemente superficiale e la reattività spiegano la tendenza alla diminuzione nel tempo.

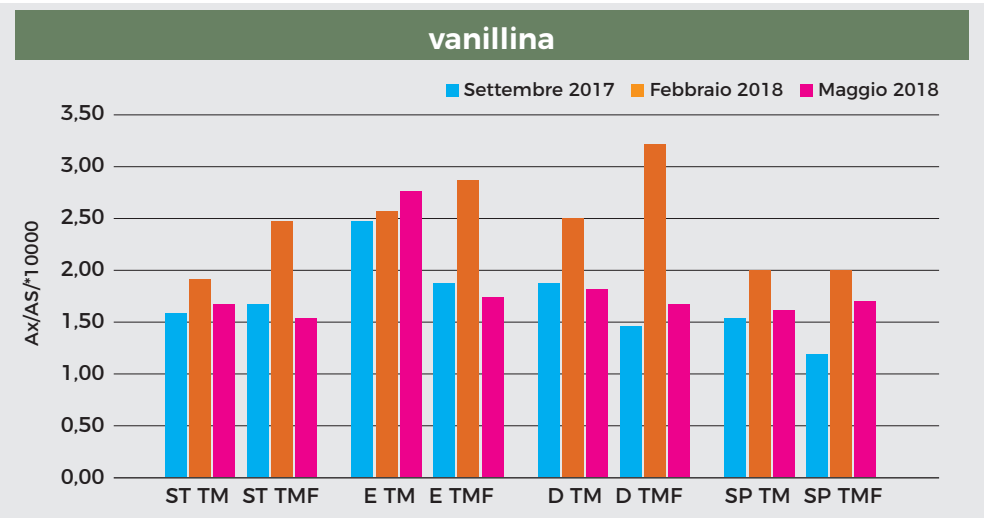




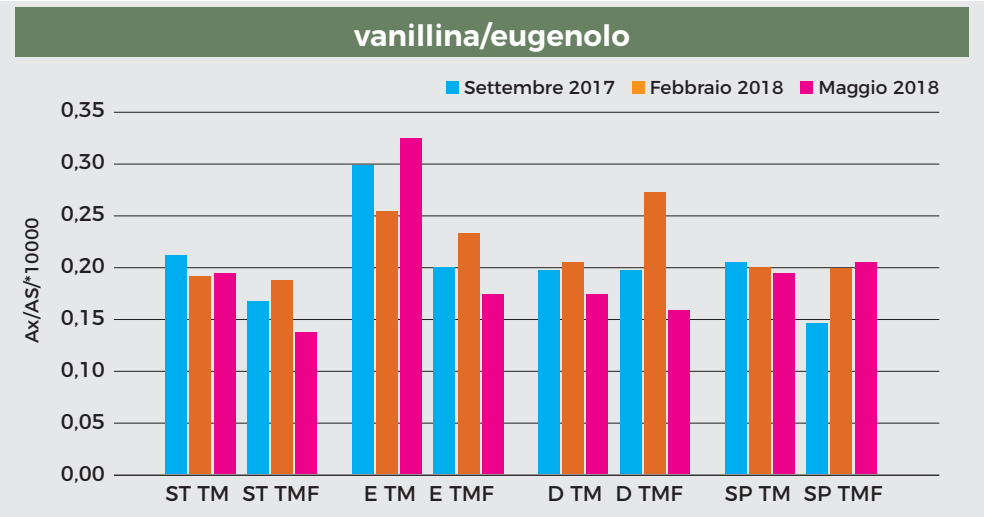
Trans e cis ottalattone: composti propri del legno e scarsamente dipendenti dalla tostatura. La concentrazione continua ad aumentare nel tempo. Si conferma una tendenza ad una maggior concentrazione dell'isomero cis nelle classi "aromatiche"



L'eugenolo (prodotto di degradazione sia naturale che termica della lignina, note speziate)mostra in tutti i casi un massimo di concentrazione nel campionamento di febbraio 2018. Anche in questo caso inizialmente prevalgono gli effetti estrattivi, soprattutto superficiali, mentre nella seconda fase prevalgono reazioni di combinazione a carico dello stesso. Inaspettata la concentrazione relativamente bassa nelle classi spezie che, però, avevano solo tostature leggere e medie.



Anche la vanillina presenta andamenti a campana e valgono le stesse considerazioni fatte per l'eugenolo.
In questo casola classe dolce è quella che presenta i maggiori accumuli.



Il rapporto vanillina eugenolo non dà indicazioni particolari, a differenza di quanto evidenziato nell'azione precedente.

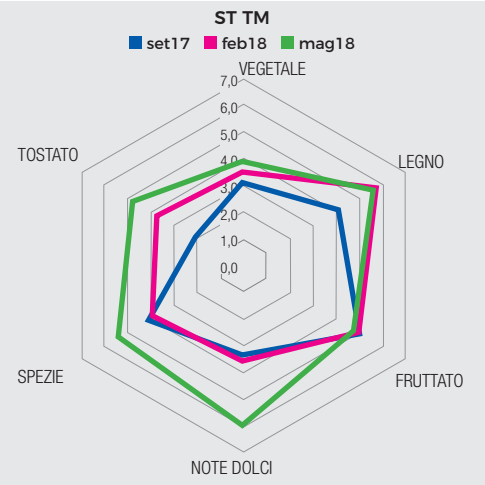
Valutazioni sensoriali

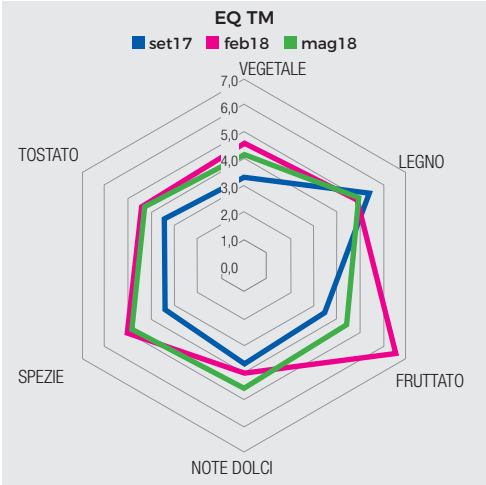
I campioni provenienti dalle diverse barriques sono stati sottoposti a valutazione sensoriale; il panel era costituito da 12 giudici ed il piano di assaggio completamente randomizzato. L'attendibilità dei singoli giudici è stata valutata in base alla correlazione con il resto del panel; in ogni seduta di assaggio sono stati esclusi i 2 giudici con le minori correlazioni.

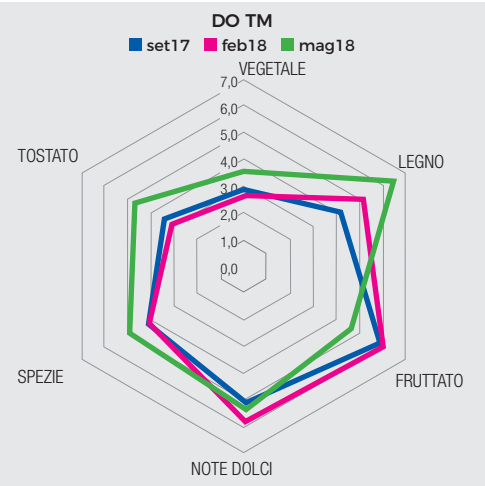
I risultati della valutazione sensoriale sono riportati in tabella.

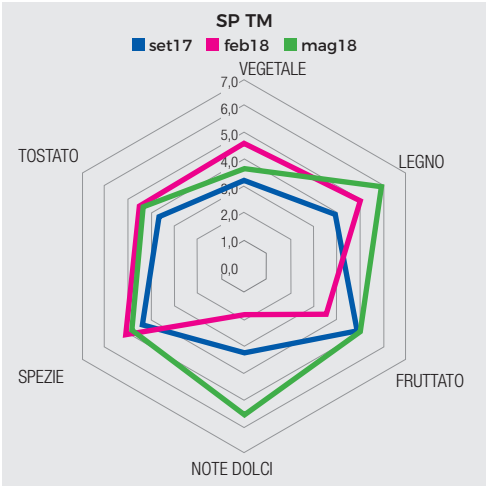
SET 17	NOTE												
	Vegetale	Legno	Fruttato	Dolci	Spezie	Tostato	Acidità	Astringenza	Corposità	Morbidezza	Equilibrio	Persistenza	Piacevolezza globale
ST TM	3,1	4,2	5,1	3,4	4,0	2,1	5,4	5,0	5,0	4,9	5,2	4,7	3,8
ST TMF	2,7	4,4	4,1	3,6	5,7	4,5	4,6	4,0	5,1	4,6	3,8	4,9	4,5
E TM	3,3	5,4	3,5	3,7	3,4	3,5	5,8	5,1	5,3	3,4	3,7	4,3	3,7
E TMF	2,8	6,0	4,2	4,3	4,3	4,8	5,2	4,2	5,1	4,5	4,8	4,1	4,7
D TM	2,9	4,2	5,8	5,1	4,3	3,6	4,4	3,4	4,2	4,2	4,1	3,8	4,1
D TF	3,4	4,3	5,0	4,3	3,7	4,5	6,6	4,1	4,0	3,8	3,4	4,0	2,0
SP TLM	4,0	4,0	5,1	4,0	4,3	2,7	5,3	4,0	5,7	5,1	5,4	5,1	4,4
SP TM	3,2	4,0	5,0	3,3	4,4	3,7	5,8	4,7	5,0	4,4	3,6	4,2	3,1
FEB 18	NOTE												
	Vegetale	Legno	Fruttato	Dolci	Spezie	Tostato	Acidità	Astringenza	Corposità	Morbidezza	Equilibrio	Persistenza	Piacevolezza globale
ST TM	3,5	5,8	5,0	3,6	3,8	3,7	5,8	4,4	5,1	3,8	4,6	4,9	3,8
ST TMF	1,9	4,1	4,9	4,5	4,9	3,3	6,2	3,7	4,7	3,4	4,2	4,6	3,1
E TM	4,6	4,9	6,6	4,0	5,0	4,4	6,0	4,6	4,7	3,7	4,8	4,3	4,0
E TMF	2,1	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,7	4,7	5,3	4,8	6,3	5,2	5,4

Vista la complessità dei dati ottenuti in questa relazione verranno, a titolo di esempio, valutate nel tempo le tostature medie, comuni alle quattro classi di legno iniziando con la parte olfattiva.

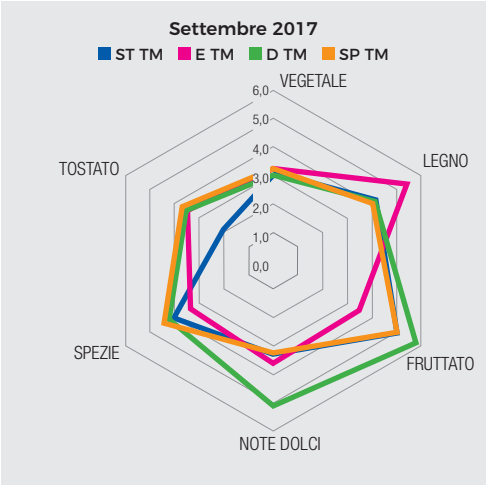


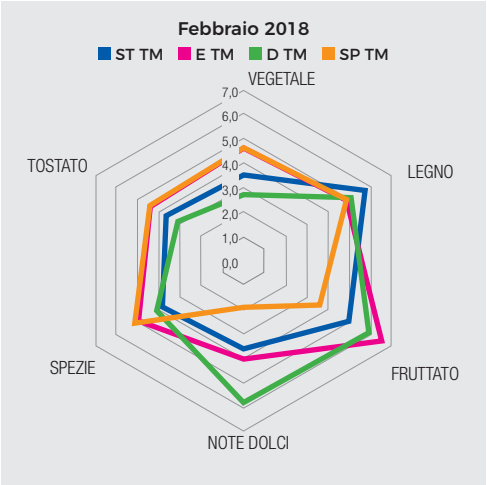


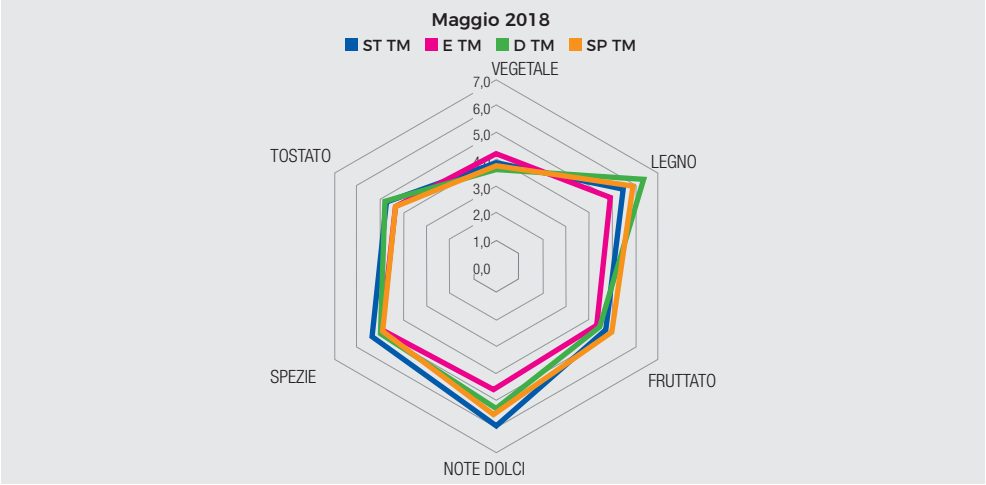




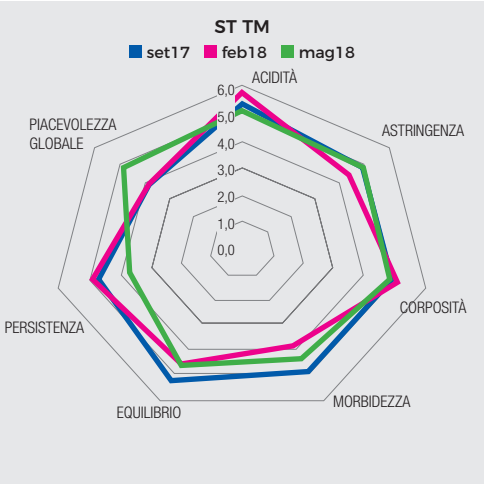
Gli andamenti sono evidentemente diversi: la Struttura va via via aumentando le intensità dei diversi descrittori, l'Equilibrio mostra secondo e terzo punto praticamente equivalenti se non per le note fruttate, Il Dolce mostra subito le sue caratteristiche per poi attenuarsi nella parte finale, Spezie evidenzia le sue caratteristiche nel punto intermedio.

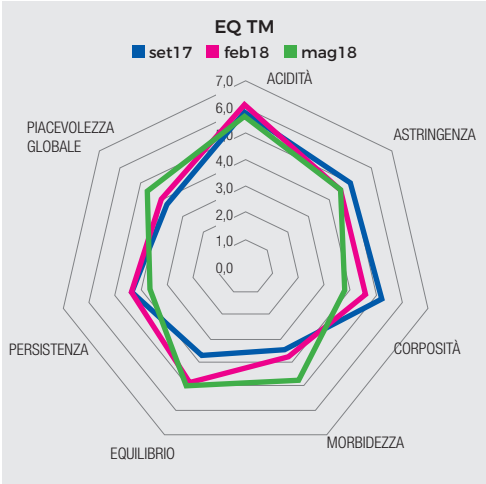


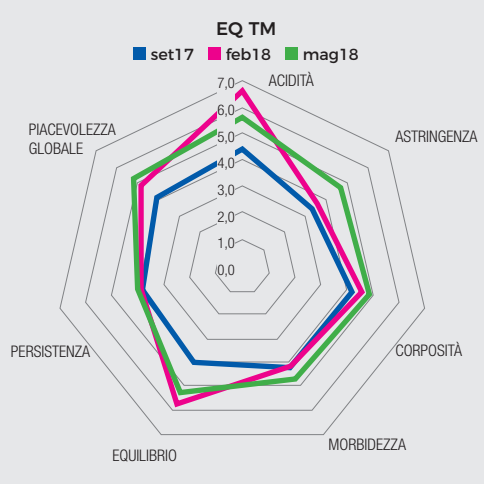


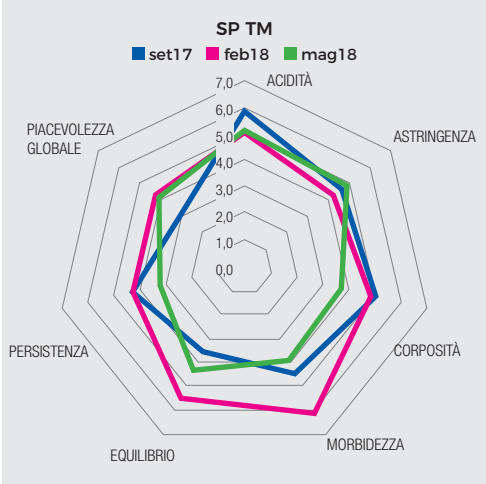


Il confronto all'interno dei diversi momenti di assaggio mostra le differenze massime, con le caratteristiche attese per le diverse classi con il campionamento di febbraio 2018 (otto mesi di affinamento) mentre con il campionamento di maggio si evidenzia un appiattimento; probabilmente la rapida evoluzione, vista precedentemente con l'indice di HCl, porta ad aromi evoluti che coprono le caratteristiche del legno. Passando all'aspetto gustativo si evidenziano dei profili più ampi e stabili per la classe struttura mentre Dolce e spezie mostrano maggiori evoluzioni; Equilibrio mostra caratteristiche intermedie

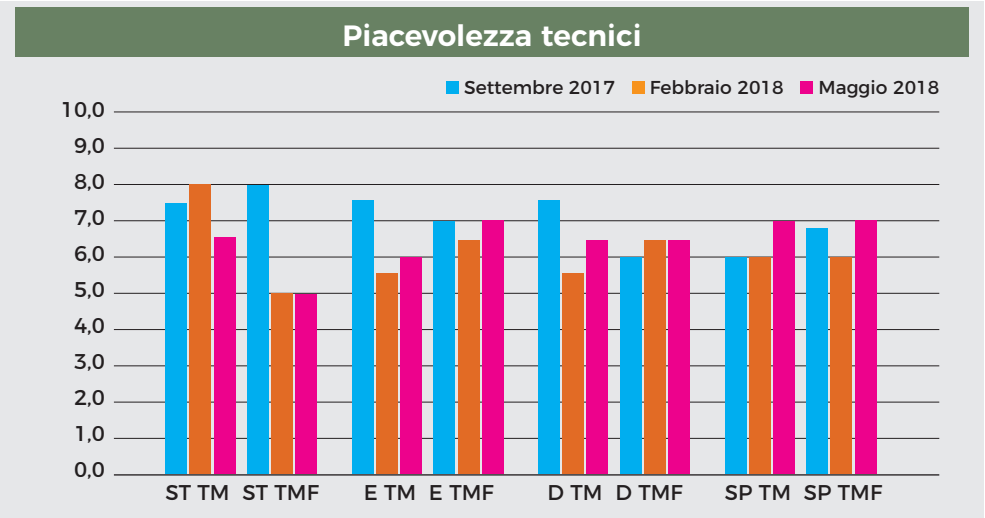

ST TM
set17
feb18
mag18
ACIDITÀ
ASTRINGENZA
CORPOSITÀ
MORBIDEZZA
EQUILIBRIO
PERSISTENZA
PIACEVOLEZZA GLOBALE
6,0
5,0
4,0
3,0
2,0
1,0
0,0


EQ TM
set17
feb18
mag18
ACIDITÀ
ASTRINGENZA
CORPOSITÀ
MORBIDEZZA
EQUILIBRIO
PERSISTENZA
PIACEVOLEZZA GLOBALE
7,0
6,0
4,0
3,0
2,0
1,0
0,0


EQ TM
set17
feb18
mag18
ACIDITÀ
ASTRINGENZA
CORPOSITÀ
MORBIDEZZA
EQUILIBRIO
PERSISTENZA
PIACEVOLEZZA GLOBALE
7,0
6,0
5,0
4,0
3,0
2,0
1,0
0,0


SP TM
set17
feb18
mag18
ACIDITÀ
ASTRINGENZA
CORPOSITÀ
MORBIDEZZA
EQUILIBRIO
PERSISTENZA
PIACEVOLEZZA GLOBALE
7,0
6,0
5,0
4,0
3,0
2,0
1,0
0,0

Parallelamente i tecnici aziendali hanno svolto le valutazioni dal punto di vista del raggiungimento dell'obiettivo enologico.



Come si nota, ad esclusione delle Spezie, tendenzialmente vengono preferiti i primi punti di assaggio a riprova del fatto che in un piccolo contenitore l'evoluzione è troppo rapida ed il vino in tempi lunghi, pur risultando piacevole come visto col panel analitico, esce dal profilo atteso per il Chianti.

Conclusioni attività 2

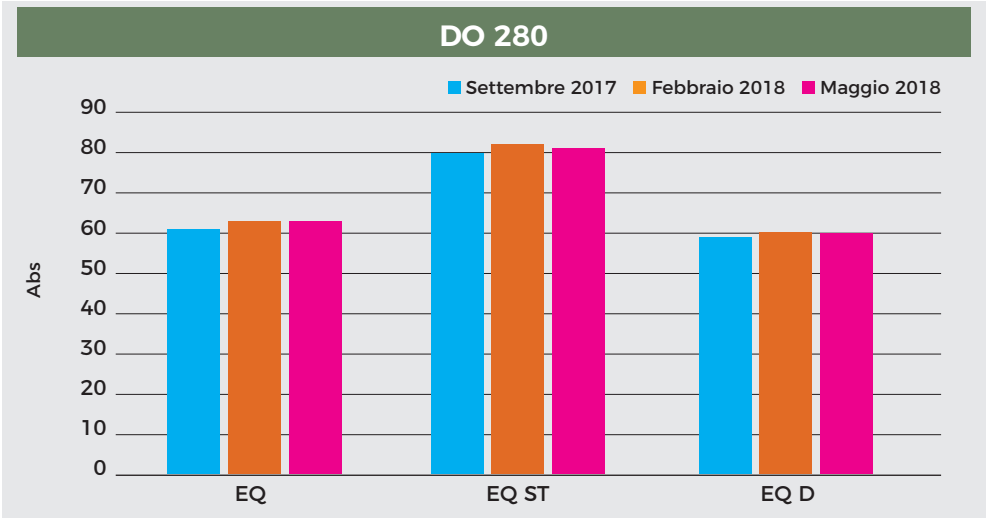
Lo scopo di questa attività era quello di valutare la possibilità di fare delle scelte del legno in tempi rapidi mirate all'individuazione delle migliori combinazioni per l'allestimento di botti di grandi dimensioni. Le combinazioni legno tostatura hanno portato a vini con diverse caratteristiche e diverse evoluzioni; la classe Struttura porta a vini più ampi e ad evoluzione più lenta, le classi "aromatiche" si sono dimostrate più mutevoli nel tempo dando comunque vini con aromi dolci e piacevoli, la classe Equilibrio mostra caratteristiche intermedie.

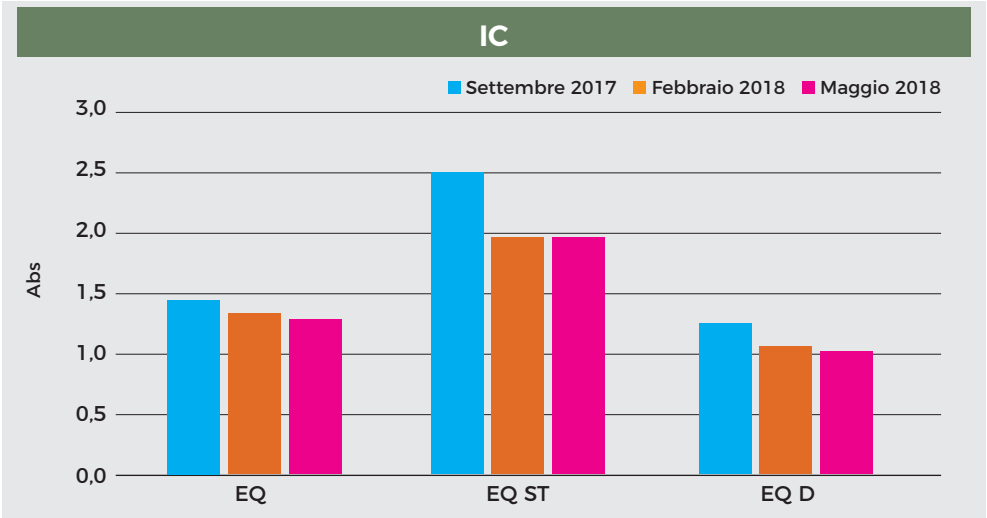
La botte di piccole dimensioni amplifica le caratteristiche del legno e velocizza l'evoluzione del vino; l'uso di questa tipologia di botte per la scelta della miglior classe di legno per botti di grandi dimensioni è in grado di dare utilissime indicazioni ma deve essere limitata a tempi di affinamento compresi tra tre e sei mesi.

Questi tempi sono compatibili con i tempi di lavoro: acquisti importanti di botti hanno bisogno di pianificazioni dell'ordine dell'anno; in questo periodo è possibile fare delle valutazioni rapidissime (Chips 10 giorni, attività 1) suffragate da prove reali con botti di piccole dimensioni e tempi di 3-6 mesi.

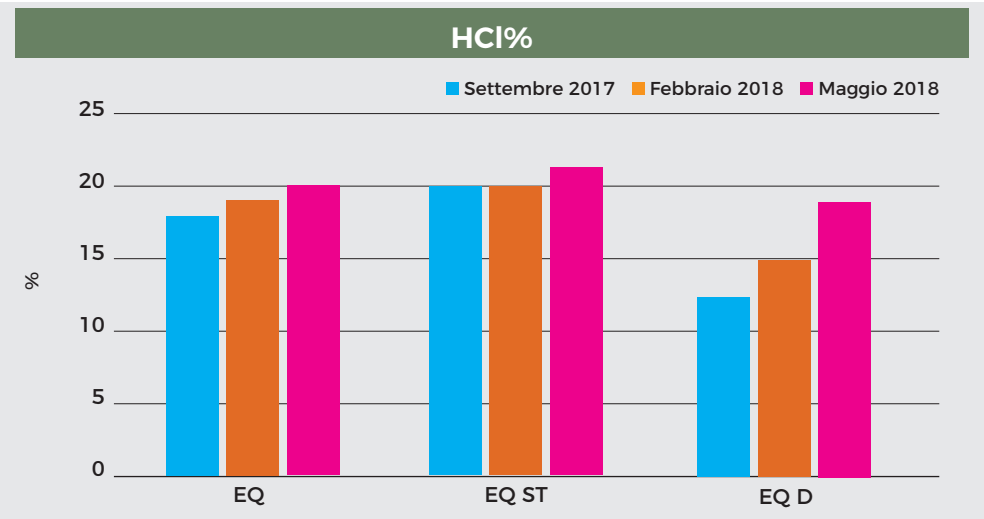
Attività 3

conferma dei metodi precedenti su scala reale (botti 122 hL).
Per questa attività si sono monitorate tre botti da 122 hL :
Botte classe Equilibrio EQ (100 % legno classe Equilibrio)
Botte classe Equilibrio GIV struttura EQ ST (50% Struttura, 17% Dolce, 33% Spezie)
Botte classe Equilibrio GIV dolce EQ D (45% Struttura, 37% Dolce, 18% Spezie)
A differenza delle botti di piccole dimensioni dove il lotto produttivo può derivare da decine o centinaia di botti opportunamente assemblate, per le botti di grandi dimensioni il lotto può essere costituito da singole botti o da poche unità; da qui la scelta aziendale di usare dei mix di legno per avere un prodotto che risponda già

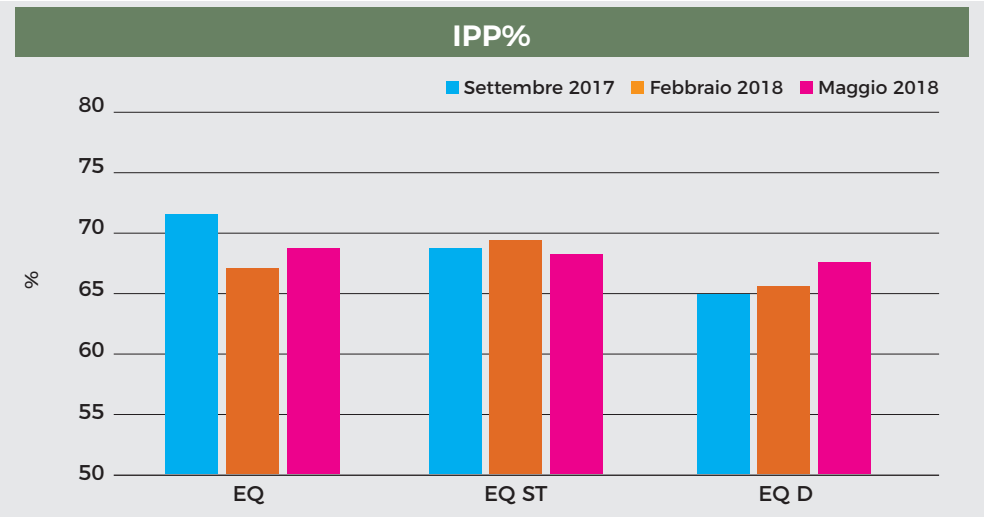




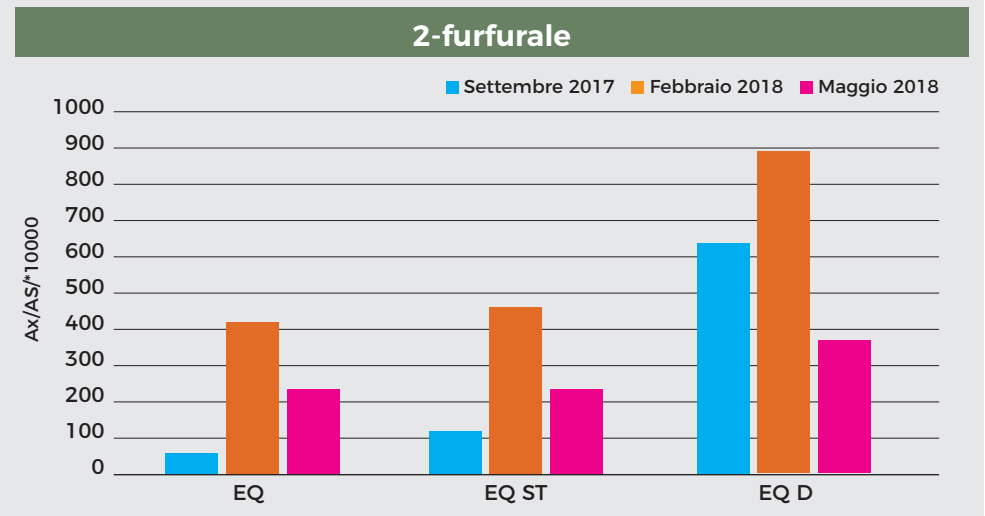
nella singola botte agli obiettivi aziendali.
Sui vini affinati in queste botti sono state fatte le stesse valutazioni descritte nell'attività 2.
Valutazione della frazione fissa
I polifenoli totali non mostrano andamenti particolari e sono definiti dalle caratteristiche del vino di partenza.
L'intensità colorante mostra una diminuzione caratteristica delle botti di grandi dimensioni; l'apporto di ossigeno non è sufficiente a contrastare le degradazioni degli antociani.

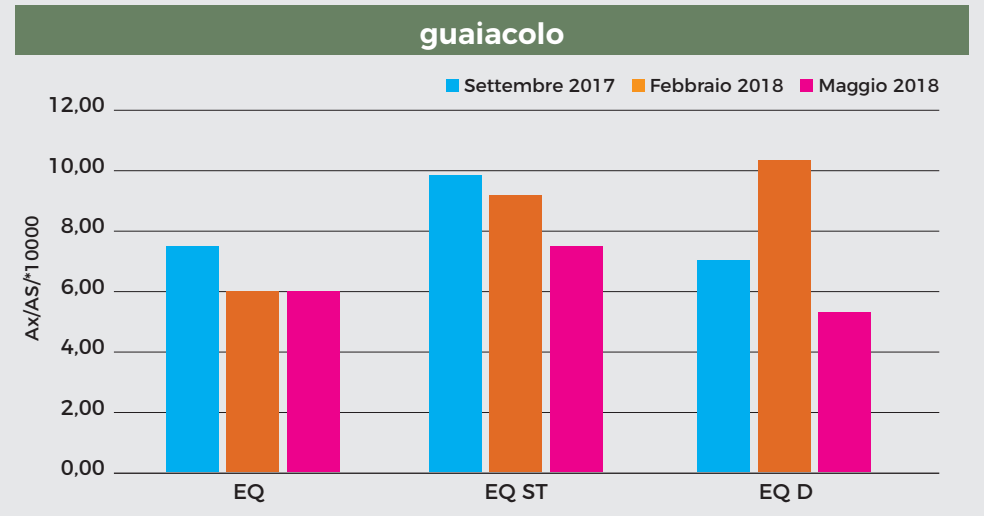


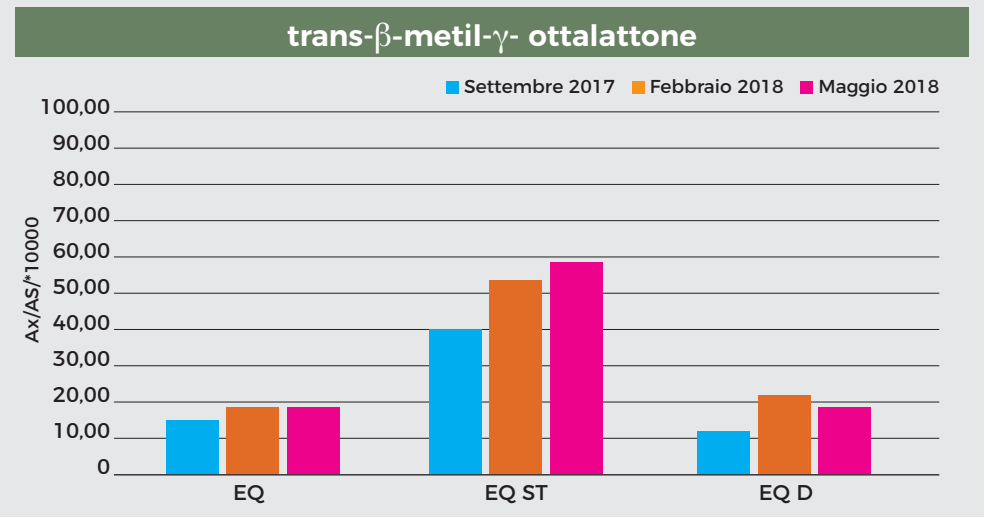
L'indice di HCl rientra nella corretta evoluzione del prodotto; il punto iniziale dipende dal vino di partenza ma è evidente una maggiore evoluzione quando la classe dolce diventa importante.

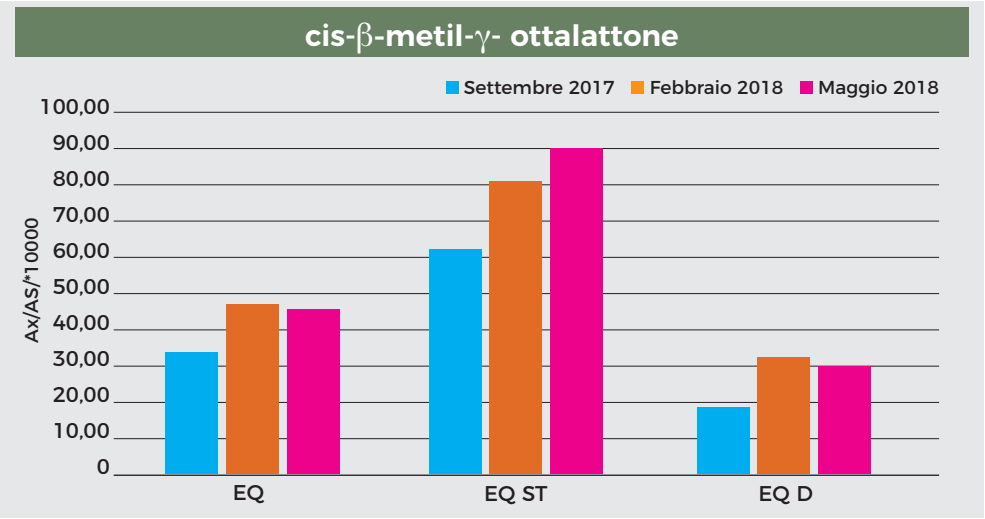


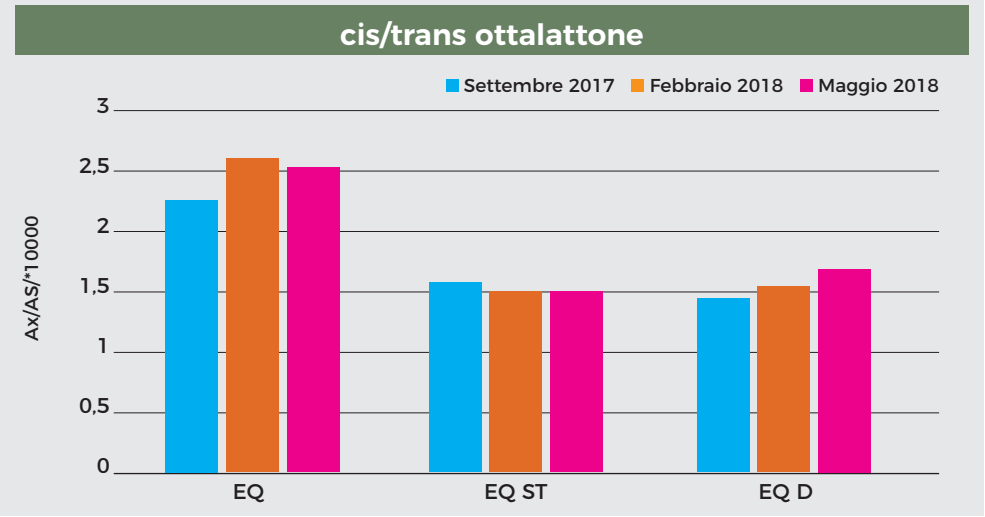
L'indice dei pigmenti polimerizzati mostra evoluzioni positive nella classe GIV Equilibrio Dolce; le caratteristiche del vino di partenza sono fondamentali per la corretta evoluzione del vino.
Per la frazione aromatica si evidenzia una netta prevalenza per il furfurale per equilibrio GIV dolce mentre guaiacolo ha andamenti altalenanti per la sua reattività.



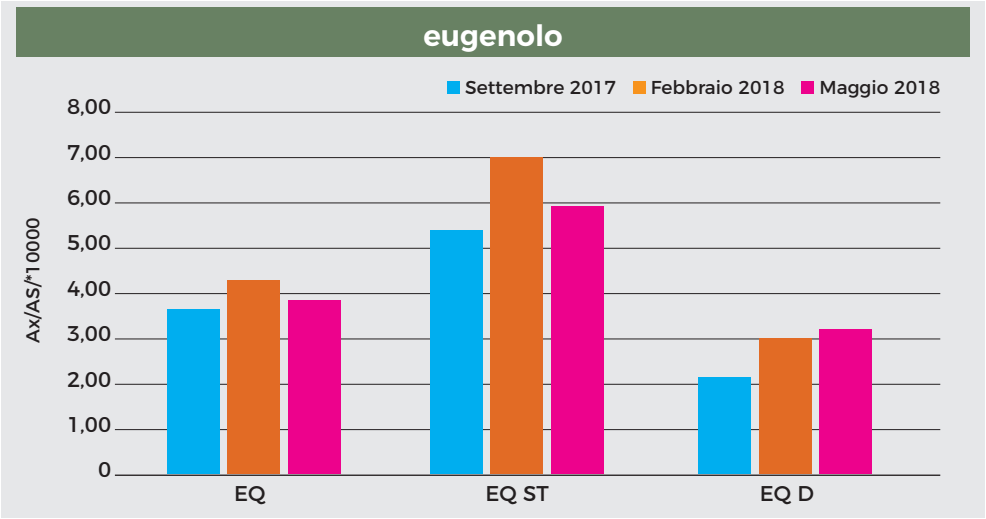

guaiacolo
Settembre 2017
Febbraio 2018
Maggio 2018
12,00
10,00
8,00
6,00
4,00
2,00
0,00
Ax/AS/*10000
EQ
EQ ST
EQ D


trans-β-metil-γ- ottalattone
Settembre 2017
Febbraio 2018
Maggio 2018
100,00
90,00
80,00
70,00
60,00
50,00
40,00
30,00
20,00
10,00
0
Ax/AS/*10000
EQ
EQ ST
EQ D

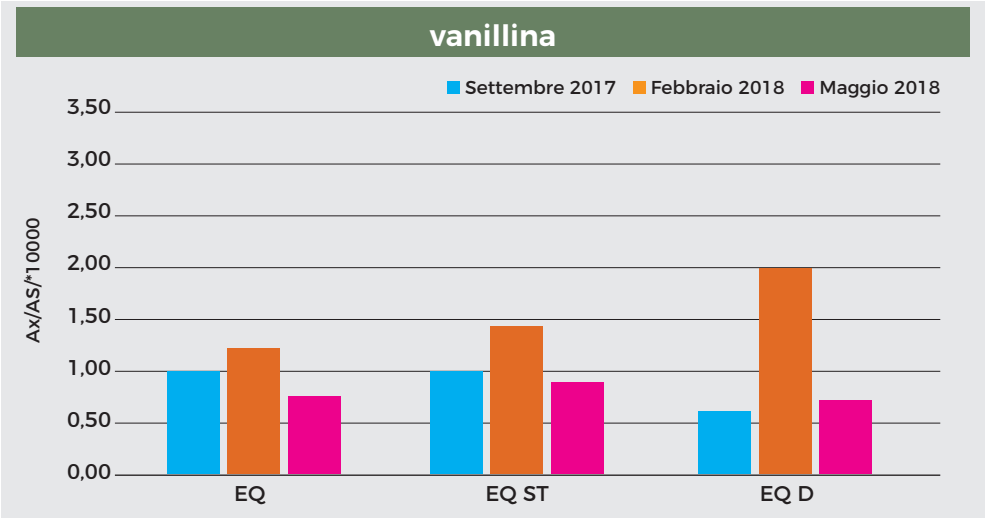


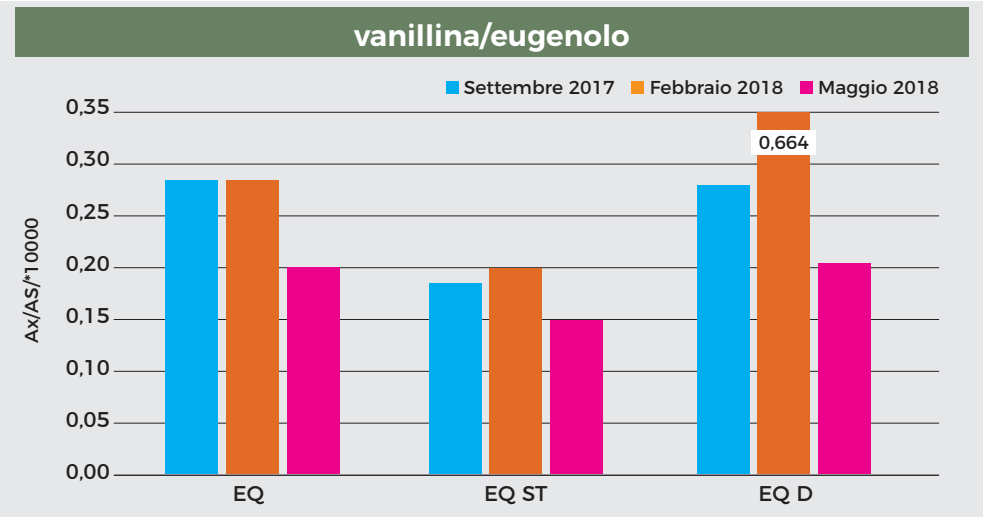


Gli ottalattoni mostrano maggiori concentrazioni in equilibrio struttura GIV ma il rpporto gioca a favore di Equilibrio



L'eugenolo mostra le massime concentrazioni in Equilibrio struttura GIV dove la Spezie ha la massima concentrazione

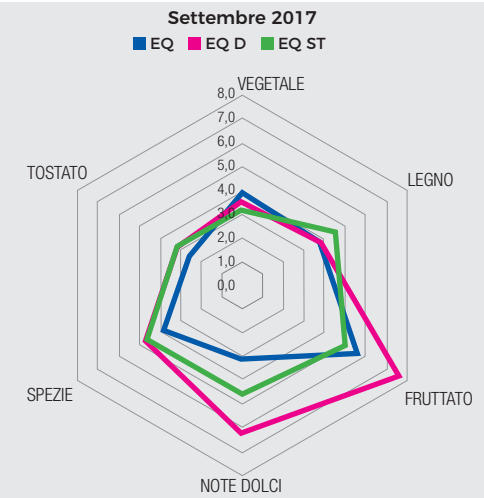


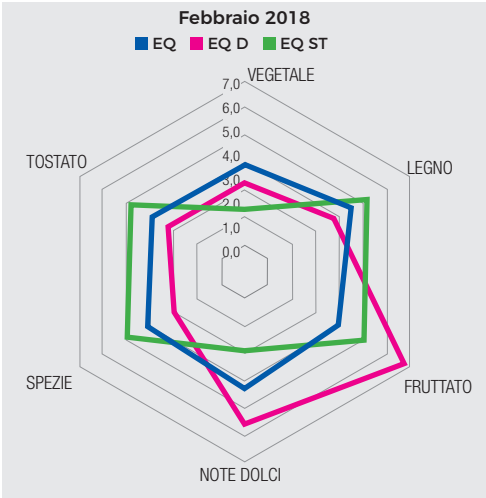


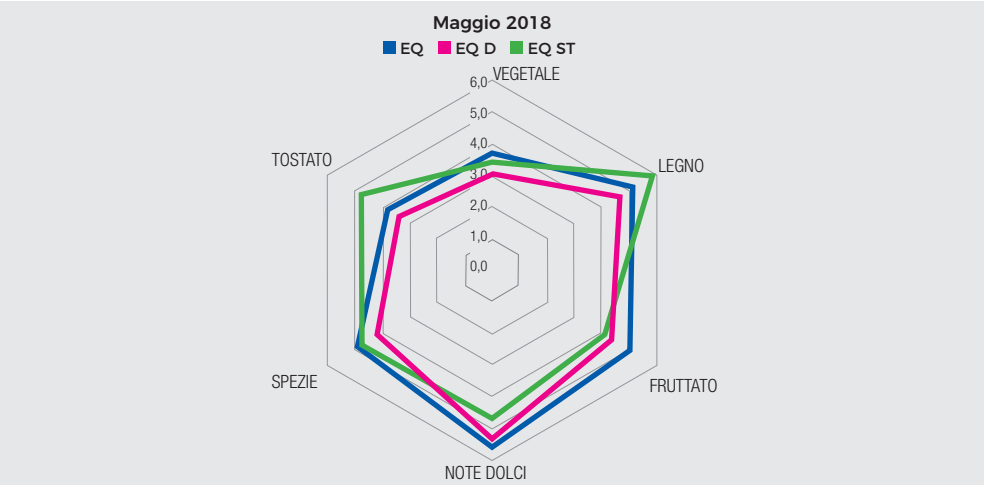
Vanillina e rapporto Vanillina /Eugenolo mostra valori massimi nella botte Equilibrio Dolce GIV.

Valutazione sensoriale

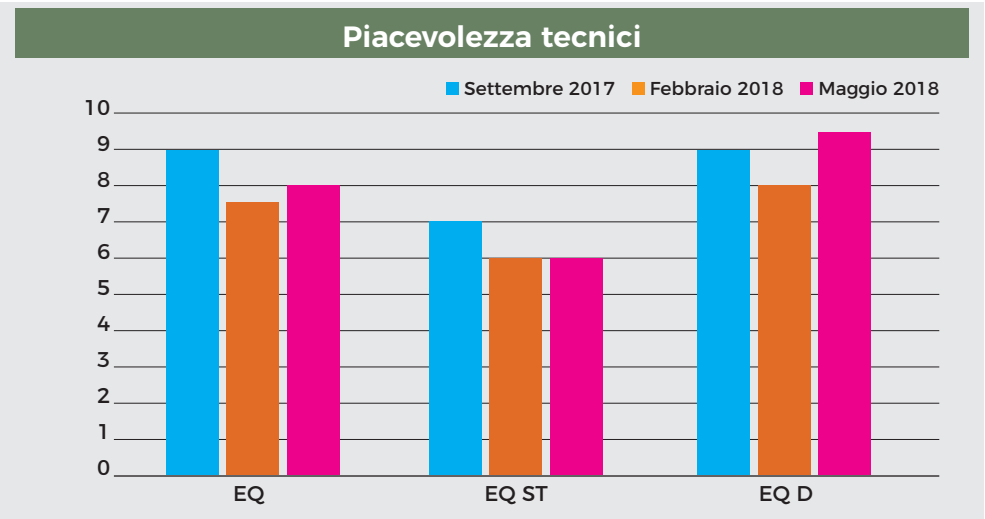
Il panel analitico ha mostrato evidenti differenze tra i diversi legni.







Nelle prime fasi di affinamento spicca l'equilibrio dolce GIV per le note Fruttato e Note Dolci, l'Equilibrio è sempre intermedio mentre l'equilibrio struttura GIV è sbilanciato verso note di legno e e di tostato.
Questa descrizione premia la valutazione dei tecnici che nei tempi propri dell'affinamento delChianti Classico premiano il mix Equilibrio dolce GIV seguito da Equilibrio e poi da Equilibrio struttura GIV.



Valutando le diverse percentuali di legni si confermano le valutazioni analitiche e sensoriali delle attività precedenti a conferma della capacità di previsione date dalle diverse attività.

Conclusioni attività 3

Le composizioni dei legni delle diverse botti hanno mostrato una correlazione importante con le caratteristiche del legno di partenza; le capacità previsionali dei chips delle diverse classi e delle piccole botti sono confermate. Risulta così evidente un possibile criterio di scelta dei legni alla luce delle diverse possibilità fornite dal mercato attuale.

Conclusioni generali Azione 3

Le diverse attività hanno dimostrato che la catena di prove proposte ha una sua coerenza:

- i legni classificati e valutati evidenziano le caratteristiche promesse
- i vini ottenuti con chips da legni classificati mantengono le caratteristiche previste
- le prove con piccole botti di legni classificati mostrano le differenze attese ma i tempi devono essere ridotti a poche mesi
- le verifiche su grandi botti confemano gli andamenti con chips e piccole botti in tempi brevi.

CONCLUSIONI

È oramai da tempo, che gli indirizzi di politica agricola impongono particolare attenzione ai sistemi vitivinicoli basati sull'uso sostenibile delle risorse naturali, compatibili con le leggi di mercato, orientati verso produzioni di qualità che siano frutto delle specifiche caratteristiche di un determinato ambiente. Il Progetto "**In. Vi. T. A. S**." nasce in questo contesto, con l'obiettivo di costruire un percorso culturale, di approfondimento ed elaborazione, mediante l'introduzione di innovazioni tecnologiche volte al miglioramento continuo di qualità, sostenibilità economica ed ambientale ed efficienza delle produzioni vitivinicole nel Chianti.
Le diverse svolte ci consentono di trarre le seguenti conclusioni:

a) *Messa a punto di un sistema informativo integrato per una viticoltura di precisione*.
Il Progetto ha permesso la realizzazione, a livello prototipale, di una piattaforma informatica costituita da diversi strati informativi, necessari allo sviluppo di una vitivinicoltura di qualità, sostenibile economicamente e dal punto di vista ambientale.
È stata condotta un'analisi di fattibilità che ha valutato la possibilità di mettere a sistema, integrandoli in un'unica piattaforma informativa, dati provenienti da diverse fonti quali banche dati, cartografia, supporti decisionali, ecc. e, contestualmente, azioni di implementazione e collaudo per adattare il sistema informativo proposto alle condizioni operative e ai fabbisogni di GIV e delle altre aziende partner.
Nonostante l'esistenza di diverse soluzioni informatiche presenti sul mercato, si è ritenuto opportuno progettare da zero e costruire dei moduli *ad hoc* per il sistema informatico da adottare presso GIV.
La personalizzazione del sistema sta portando ad un totale utilizzo dello stesso, evitando il non utilizzo di sezioni dello stesso, condizione che spesso si verifica quando si acquista un sistema "generico", progettato e realizzato per essere utile al maggior numero possibile di soggetti, potenziali clienti. La potenzialità di questo sistema, inoltre, si esprime lungo tutta la filiera produttiva, dal vigneto alla cantina, permettendo un costante monitoraggio delle produzioni, dei parametri tecnologici e fornendo la possibilità di collegare esiti qualitativi e quantitativi finali all'intero percorso di produzione.
Come risulta da una specifica analisi costi-benefici, condotta nel contesto del Progetto, il sistema informatizzato per la precision farming si è connotato per dei costi lievemente superiori, pari a circa un 1% in più, nonostante il costo dell'investimento in termini di strumentazioni ed il costo dell'operatore per la gestione del sistema.
L'applicazione del sistema ha, però, portato alla diminuzione del numero di concimazioni e di trattamenti fitosanitari di circa il 10%, in virtù di un minor impiego di mezzi tecnici, ore di utilizzo dei macchinari e manodopera. Oltre a ciò, si consideri

anche che l'applicazione del sistema in cantina permette una riduzione degli scarti, stimata tra il 5 ed il 10%, con un relativo aumento della resa in termini di bottiglie di vino. Tale aumento ha un effetto positivo sulla redditività del sistema.
L'applicazione del sistema innovativo consente una riduzione degli input chimici dispersi nell'ambiente, oltre che una diminuzione del passaggio di mezzi meccanici nel vigneto. Tali aspetti hanno un riflesso positivo sia in termini ambientali, sia per la conservazione del terreno, con un conseguenze positive sulla qualità del prodotto e dell'ambiente di produzione. L'applicazione del sistema innovativo è, infatti, caratterizzata da un forte valore ambientale che, sebbene intangibile, ha forti effetti in termini di:

- miglioramento delle condizioni di lavoro degli operai in campo e degli operatori di cantina;
- aumento delle competenze professionali del personale;
- rispetto del territorio che va preservato, in quanto imprescindibile strumento di produzione, in termini di fertilità del terreno e riduzione dell'erosione.

Si sottolinea infine che, un eventuale operazione di marketing utile a far riconoscere al consumatore un valore ambientale nel prodotto finale, con un conseguente aumento del prezzo di vendita, potrebbe aumentare la differenza di redditività tra il caso innovativo e quello convenzionale.
La comparazione costi-benefici dei due sistemi di produzione di vini di media e alta qualità, per un'azienda di circa 100 ha di vigneto ed una struttura propria di vinificazione, differenziati in base alla dotazione o meno di un sistema di sensori applicato in campo ed in cantina e gestito attraverso una piattaforma informatica, ha portato alle seguenti conclusioni:

- dal punto di vista dei costi di produzione, l'investimento per implementazione del sistema si compensa con il risparmio per il minor utilizzo di input produttivi;
- in aziende di dimensioni superiori, si potrebbe ottenere un risparmio in termini di costi di produzione, in quanto il costo dell'innovazione non cresce in modo proporzionale all'aumento della dimensione aziendale;
- la redditività del sistema innovativo è moderatamente superiore a quella del sistema convenzionale;
- la redditività potenziale del sistema innovativo potrebbe crescere ulteriormente, qualora il consumatore riconoscesse il valore della sostenibilità ambientale della produzione;
- il sistema possiede un valore intangibile, connesso al rispetto del territorio e dell'ambiente di lavoro.

Da tutte queste considerazioni si può dedurre che l'adozione del sistema ideato e realizzato nel contesto progettuale, ha portato a conseguenze positive, da continuare a verificare nel corso del tempo.
Infatti, l'effettiva efficacia e convenienza operativa di un sistema per la viticoltura di precisione, come quello prototipato per il G.I.V., sarà quantitativamente determinabile con certezza solo dopo alcuni anni di utilizzo, potendo in particolar modo mettere a confronto i dati produttivi con i risparmi ottenuti grazie ai suggerimenti formulati dal DSS. Si può già comunque affermare che i processi di raccolta e di gestione dei dati, anche quelli cartografici, molto più pesanti rispetto a quelli alfanumerici, sta permettendo di realizzare diverse operazioni in modo veloce, sicuro, affidabile.

b) *Vocazionalità viticola sito-specifica per alcuni areali del Chianti*
I parametri vegeto-produttivi di un determinato vitigno e le proprietà dei vini da esso derivati sono strettamente legate alle caratteristiche pedo-climatiche dell'area di produzione. Le indagini per ripartire un territorio in zone omogenee, relativamente ai risultati dell'interazione tra vitigni ed ambiente, assumono il nome di zonazioni. In questo contesto, lo studio della vocazione colturale di peculiari aree del Chianti (Gaggiano, SI; Barberino Val d'Elsa, FI), nato da specifiche esigenze aziendali, rappresenta uno strumento di tutela della qualità e tipicità delle produzioni locali, unitamente alla salvaguardia dell'ambiente e del paesaggio regionale Toscano. Un valore aggiunto a tale studio viene dato dalla cultura e dalla tradizione enologica di quest'area, in cui la sensibilità vitivinicola e l'ampio panorama di aziende locali che offrono vini di alta qualità, spinge costantemente i viticoltori a migliorare e differenziare sempre di più il livello del prodotto enologico.
La scrupolosa valutazione sito-specifica delle potenzialità e dei limiti dei vigneti oggetto dello studio di zonazione ha permesso alle aziende di potere attuare una gestione sostenibile, mirata alle loro esigenze effettive. Tale valutazione offre alle stesse uno strumento di scelta e di ausilio all'imprenditorialità, nel rispetto della sostenibilità ambientale. In estrema sintesi, lo studio biennale che ha condotto all'individuazione delle specificità di determinate aree del Chianti consente ora di:

- conoscere le caratteristiche dei suoli che influenzano maggiormente, la fenologia, lo sviluppo vegeto-produttivo delle viti, i parametri tecnologici e qualitativi delle bacche, le proprietà enologiche della cv. Sangiovese in specifici contesti pedo-climatici;
- valutare le tecniche di gestione del suolo e della chioma più idonee per un determinato sito;

- individuare aree preferenziali di coltivazione della vite, in funzione dell'obbiettivo enologico;
- realizzare, con una maggiore consapevolezza, nuovi impianti all'interno dell'area, grazie ad una dettagliata valutazione delle condizioni pedologiche e, quindi, edafiche ottimali.
- estendere il risultato a areali vitivinicoli con caratteristiche pedoclimatiche simili alle aziende-studio monitorate.

c) *Enologia di precisione: criteri di scelta del legno*

La selezione dei vasi vinari utilizzati per l'affinamento dei vini (in particole botti e barrique) è di fondamentale importanza. Spesso, infatti, nonostante l'estrema cura nell'applicazione di pratiche viticole e enologiche, si ha una perdita in qualità attesa dovuta ad uno scarso controllo delle botti, largamente impiegate nel Chianti per la produzione di vini rossi di elevata qualità. Il passaggio dei vini rossi in legno è una fase molto delicata ed importante per la realizzazione di prodotti di alta qualità, in quanto permette la stabilizzazione del colore, dei colloidi e lo scambio di una serie di sostanze volatili e non tra legno e vino. In questo ambito, generalmente, si fa riferimento alla tradizione identificandola con l'utilizzo di botti selezionate in funzione della regione di origine del legno. Tuttavia, spesso, si tende a trascurare la variabilità esistente all'interno delle singole foreste, sebbene questa risulti evidente sia dalla letteratura che dalla non rispondenza delle "promesse" dei fornitori di botti alle attese delle cantine. A questo si aggiungono le variabili stagionatura, non sempre sotto il controllo dei bottai, e tostatura. Nel caso della tostatura, a parità di definizione, combinazioni tempo-temperatura risultano completamente diverse, e non sempre facilmente individuabili, se non per un colore superficiale delle botti. Inoltre, le modalità di tostatura sono le più disparate: fuoco diretto con bracieri, sistemi a gas, sistemi elettrici a infrarossi o combinazione di queste variabili. La possibilità di poter scegliere in modo oggettivo le caratteristiche della botte, grazie alla nuova tecnica NIR-FTIR che consente di individuare con precisione se la singola doga possa apportare note strutturanti (alto contenuto in tannini ellagici), dolci (alto contenuto in vanillina) speziate (alto contenuto in eugenolo) o equilibrate (posizione intermedia tra le caratteristiche precedenti), permette alla cantina di perseguire fino in fondo il proprio obiettivo enologico, evitare le perdite economiche dovute all'acquisto di botti con caratteristiche non idonee e contribuire così alla salvaguardia delle foreste.

Infatti, le prove allestite e mirate ad una gradualità di scelta (test rapidi ad alta numerosità con granulati di legno provenienti da doghe selezionate e a diversi gradi di

tostatura, verifica su numeri minori di barriques con le caratteristiche selezionate da test precedente, conferma finale su botti di grandi dimensioni, proprie dell'affinamento del Chianti) hanno confermato l'affidabilità del metodo.
Dalla valutazione dei Chips si è dimostrata una chiara conferma delle caratteristiche sensoriali predette dalle classi di appartenenza; inoltre, da parte della struttura tecnica dell'Azienda Casa Vinicola Melini, si è dimostrata una preferenza verso le classi aromatiche per ogni livello di tostatura e per la classe struttura per tostature elevate.
I profili sensoriali dei vini in Barriques hanno mostrato una notevole similitudine con i profili predetti dalla prova precedente; anche a livello analitico la valutazione di tannini, aggressività e frazione aromatica sono risultate in linea con i valori attesi.
Dato che la linea aziendale interpreta l'affinamento in legno come nota non caratterizzante ma come apportatrice di complessità, le grandi botti sono state scelte in base ad un mix delle diverse classi: dominante equilibrio, mix di equilibrio e struttura, mix di equilibrio e dolce.
Anche in questo caso sono state rispettate le classi di appartenenza: la botte equilibrio mostra caratteristiche intermedie, la botte equilibrio-dolce spicca per note fruttate e dolci, mentre equilibrio-struttura mostra note di legno generico e tostato.
Da questa indagine risulta che le classi merceologiche del legno (Struttura, Equilibrio, Spezie e Dolce) rispettano le loro prerogative nel vino, anche a diversi livelli di tostatura; la scelta del legno più adatto al proprio progetto enologico è facilmente estraibile da prove rapide, con chips delle medesime classi, a diverso livello di tostatura; le caratteristiche dominanti sono rispettate sia per botti di piccole sia per botti di grandi dimensioni.
La scelta oculata per rifacimenti della bottaia in un'ottica di soddisfacimento del proprio progetto enologico risulta notevolmente semplificata e non più soggetta alla variabilità propria del legno.

In conclusione, l'auspicio è che le metodologie acquisite e i positivi risultati riscontrati nell'ambito del Progetto "**In. Vi. T. A. S**." possano trovare concreta applicazione nelle aziende vitivinicole di tutta la regione **Toscana**, quale presupposto fondamentale per la gestione di una vitivinicoltura più sostenibile e di alta qualità.

PARTNER DI PROGETTO:

CRPV soc. coop. CENTRO RICERCHE PRODUZIONI VEGETALI

CIRAA PISA

FATTORIA Vecchia Rocca

GRUPPO ITALIANO VINI

IN COLLABORAZIONE CON:

ASTRA INNOVAZIONE E SVILUPPO

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE

Agronica dedicati all'agroalimentare

www.grafikamente.it