

**AVVISI PUBBLICI REGIONALI DI ATTUAZIONE PER L'ANNO 2017 DEL TIPO DI OPERAZIONE 16.2.01 "SUPPORTO PER PROGETTI PILOTA E PER LO SVILUPPO DI NUOVI PRODOTTI, PRATICHE, PROCESSI E TECNOLOGIE NEL SETTORE AGRICOLO E AGROINDUSTRIALE"**

**FOCUS AREA 3A DGR N. 227 DEL 27 FEBBRAIO 2017**

**RELAZIONE TECNICA FINALE**

**DOMANDA DI SOSTEGNO: 5050325**

**DOMANDA DI PAGAMENTO: 5194896**

**FOCUS AREA: 3A**

Titolo del Piano	INNOVATIVE SOLUZIONI PER UNA GESTIONE MECCANIZZATA E SOSTENIBILE DEL VIGNETO E DELLA CANTINA. ACRONIMO: <i>In.So.Wine</i> .
Ragione sociale del proponente (soggetto mandatario)	CAVIRO SCA <b>Legale Rappresentante:</b> Carlo Dalmonte <b>Sede:</b> Via Convertite n. 12, Faenza (RA)
Elenco partner del gruppo operativo	CAVIRO sca CRPV Soc. Coop. ASTRA Innovazione e Sviluppo - S.r.l.

Durata originariamente prevista del Progetto (in mesi)	18
Data inizio attività	10 Settembre 2018
Data termine attività (incluse eventuali proroghe già concesse)	30 Giugno 2020

Relazione relativa al periodo di attività dal	10 Settembre 2018	al 30 Giugno 2020
Data rilascio relazione	30 Giugno 2020	
Autore della relazione	Giovanni Nigro	
Telefono		e-mail: <a href="mailto:gnigro@crpv.it">gnigro@crpv.it</a>

## INDICE

### 1. Descrizione dello stato di avanzamento del piano

#### 1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel piano

### 2. Descrizione per singola azione

#### **2.1 Azione 1 – ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE**

##### 2.1.1 Attività e risultati

##### 2.1.2 Costi AZIONE 1

#### **2.2 Azione 3 – SPECIFICHE AZIONI LEGATE ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO**

##### 2.2.1 Attività e risultati

**2.2.1.1** Sotto-azione 3.1: *Messa a punto di modelli di meccanizzazione innovativi, dalla potatura alla raccolta, per il Trebbiano Romagnolo e per il Sangiovese.*

##### 2.2.1.1.1 Obiettivi

##### 2.2.1.1.2 Materiali e metodi

##### 2.2.1.1.3 Risultati e discussione

##### 2.2.1.1.4 Valutazione tecnico-economica delle linee di intervento

**2.2.1.2** Sotto-azione 3.2: *Applicazione di tecniche a basso impatto ambientale per la gestione meccanizzata del suolo, della concimazione e della difesa e del vigneto.*

##### 2.2.1.2.1 Obiettivi

##### 2.2.1.2.2 Materiali e metodi

##### 2.2.1.2.3 Risultati e discussione

##### 2.2.1.2.4 Conclusioni

**2.2.1.3** Sotto-azione 3.3: *Valutazione degli effetti della raccolta meccanica sull'uva e sul vino e messa a punto di protocolli operativi per la gestione/trasporto, dal campo alla cantina, dell'uva raccolta meccanicamente.*

##### 2.2.1.3.1 Obiettivi

##### 2.2.1.3.2 Materiali e metodi

##### 2.2.1.3.3 Risultati e discussione

##### 2.2.1.3.4 Conclusioni

**2.2.1.4** Sotto-azione 3.4: *Valutazione degli effetti dell'utilizzo di trucioli di legno sulle caratteristiche chimiche e sensoriali dei vini.*

##### 2.2.1.4.1 Obiettivi

##### 2.2.1.4.2 Materiali e metodi

##### 2.2.1.4.3 Risultati e discussione

##### 2.2.1.4.4 Conclusioni

**2.2.1.5** Sotto-azione 3.5: *Valutazione dell'efficienza di innovativo impianto per ridurre l'adsorbimento dell'ossigeno disciolto nei vini.*

##### 2.2.1.5.1 Obiettivi

##### 2.2.1.5.2 Materiali e metodi

2.2.1.5.3 Risultati e discussione

2.2.1.5.4 Conclusioni

**2.2.1.6** Sotto-azione 3.6: *Valutazione della Carbon footprint attraverso metodiche LCA sui diversi percorsi di gestione innovativi.*

2.2.1.6.1 Obiettivi

2.2.1.6.2 Materiali e metodi

2.2.1.6.3 Risultati e discussione

2.2.1.6.4 Conclusioni

**2.2.2** Costi AZIONE 3

### **2.3 Azione 4 – PIANO DI DIVULGAZIONE DI TRASFERIMENTO DEI RISULTATI E IMPLEMENTAZIONE DELLA RETE PEI**

2.3.1 Attività e Risultati

2.3.2 COSTI AZIONE 4

**2.4 Azione 5 - FORMAZIONE**

### **3. Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività**

///

### **4. Altre informazioni**

///

### **5. Considerazioni finali**

5.1 Prodotti

5.2 Ricadute (sui partecipanti all'accordo di filiera)

5.2 Indicatori di risultato

## 1 Descrizione dello stato di avanzamento del Piano

Le attività hanno preso avvio in corrispondenza della data di inizio del Progetto, precisamente il 10 Settembre 2018. In generale, tutte le attività sperimentali sono state attivate e messe a punto secondo i protocolli presentati nel Piano. In sintesi:

Le attività afferenti all'**AZIONE 1** sono state realizzate come previsto, seguendo i percorsi e utilizzando i diversi strumenti indicati nel Piano.

Nessuna attività era prevista nell'ambito dell'**AZIONE 2**.

Tutte le attività previste nell'**AZIONE 3** sono state regolarmente effettuate, come riportato nel Progetto.

Nell'ambito della *sotto-azione 3.1* sono state individuate delle linee di gestione meccanizzate, dalla potatura alla raccolta, per il Trebbiano Romagnolo e per il Sangiovese. Nello specifico sono stati selezionati due vigneti in pianura, rappresentativi dell'areale di produzione del Trebbiano Romagnolo, allevati a Doppia Cortina e a Guyot, e due vigneti in collina rappresentativi dell'areale di produzione del Sangiovese, allevati a Cordone libero e a Cordone speronato, per confrontare, su ogni forma di allevamento le due linee di gestione del vigneto (meccanizzata e manuale) sia da una prospettiva tecnico-agronomica che economica. Considerando i parametri operativi e utilizzando gli elementi economici rilevati sono, quindi, stati calcolati i costi delle operazioni svolte in ciascuna Azienda, ipotizzando livelli crescenti d'impiego annuale dei cantieri corrispondenti ad aumenti della superficie vitata. Questi valori sono stati confrontati con il costo richiesto dagli stessi interventi eseguiti manualmente e da quello richiesto dal servizio di noleggio del contoterzista. Questo ha permesso di determinare le "superfici minime di convenienza" del vigneto oltre le quali risulta vantaggioso l'acquisto aziendale delle macchine. Il confronto con l'intervento manuale è stato effettuato anche ipotizzando differenti valori del costo orario della manodopera (12,9 e 6 €/h), al fine di fornire indicazioni utili a diversi modelli di conduzione aziendale.

Nell'ambito della *sotto-azione 3.2* sono state messe a punto e verificate soluzioni tecniche innovative che riducono sensibilmente l'impatto ambientale delle pratiche agronomiche in vigneto finalizzate a contenere l'impiego di agrofarmaci e fertilizzanti e a una efficiente gestione del suolo. In particolare, per quanto riguarda la gestione del suolo, il confronto tra due linee di gestione proposte, lavorazione totale della superficie e inerbimento degli interfilari associato alla lavorazione sotto il filare, ha dimostrato la piena applicabilità di entrambe le linee, in relazione agli effetti sul comportamento agronomico delle viti e all'operatività e sostenibilità economica degli interventi. L'intervento più impegnativo per i tempi e per i costi necessari è quello della lavorazione intraceppo sotto il filare,

mentre la lavorazione o l'inerbimento controllato nell'interfila richiedono gli stessi tempi e costi di poco differenti.

L'introduzione di sistemi per il monitoraggio della variabilità del suolo e del vigore si è confermata come strumento fondamentale per adottare la fertilizzazione spazialmente differenziata che ha permesso la riduzione complessiva dell'impiego dei fertilizzanti. Tale tecnica, infatti, ha consentito di adattare l'applicazione dei concimi sia in termini spaziali, limitando l'intervento alle aree con effettiva esigenza, che in termini di dosi, modulando le quantità distribuite in funzione dell'esigenza della coltura.

La verifica di tecniche di difesa innovative ha confermato la possibilità di effettuare, con le irroratrici a tunnel, trattamenti antiparassitari con volumi ridotti, recuperando gran parte del prodotto non intercettato e riducendo al minimo le perdite nell'ambiente. Questo risultato consente di contenere i quantitativi e i costi per gli antiparassitari necessari contribuendo a ridurre notevolmente l'impatto ambientale nella gestione del vigneto.

Nell'ambito della **sotto-azione 3.3** è stato verificato l'effetto della raccolta meccanica sulle caratteristiche qualitative chimiche e sensoriali e del vino, rispetto al prodotto ottenuto da uve raccolte manualmente sono stati inoltre valutati sistemi innovativi di gestione/trasporto, delle uve raccolte meccanicamente al fine di ridurre i fenomeni come ossidazione e macerazione.

La raccolta meccanica non ha determinato differenze sostanziali nella composizione chimica o nelle caratteristiche organolettiche dei vini a confronto con la raccolta manuale. Si può quindi considerare come anche con raccolta meccanica sia possibile ottenere vini di qualità a partire da uve di qualità.

Le differenti modalità di conferimento delle uve Trebbiano, dopo vendemmia meccanica, non hanno determinato sostanziali differenze nei vini. Tuttavia è plausibile una maggiore incidenza positiva della tecnica su vini caratterizzati da un'aromaticità più evidente.

Dai risultati della **sotto-azione 3.4**, che ha riguardato la valutazione degli effetti dell'utilizzo di trucioli di legno sulle caratteristiche chimiche e sensoriali dei vini, si evincono i molteplici aspetti dell'utilizzo dell'impianto innovativo. In particolare, l'analisi organolettica dei vini ha rivelato, a livello olfattivo, gustativo e in termini di gradevolezza complessiva, riscontri pienamente positivi in favore della tecnologia innovativa. È, inoltre, importante sottolineare come questi risultati positivi si siano ottenuti, a parità di vino da trattare, utilizzando un 20% circa in meno di frammenti legnosi. Un altro importante vantaggio dell'innovativo impianto è il fatto di agevolare al massimo le operazioni manuali a carico degli operatori di cantina, eliminando inconvenienti e rischi di lavoro dovuti a spazi confinati e con difficoltà di ricambio. Infine, si con il sistema innovativo si evita di fare spostare

manualmente i sacchi dei frammenti che da secchi pesano, a seconda dei fornitori, dai 7,5 ai 10 kg e a fine trattamento raddoppiano il loro peso.

Dai risultati della sotto-**azione 3.5** è emerso che il trattamento di deossigenazione con l'impianto innovativo acquistato da Caviro è in grado di migliorare la qualità del vino. L'effetto di prolungamento della *shelf life* dei prodotti trattati emerge sia dai dati analitici inerenti la stabilità del vino, sia alla valutazione sensoriale in cui si denota il mantenimento di una maggiore freschezza olfattiva e gustativa. L'impianto innovativo utilizzato ha, inoltre, permesso di ridurre fino al 95% di O<sub>2</sub> disciolto; gestire automaticamente i flussi per limitare fenomeni di "Fouling" delle membrane; misurare concentrazioni di O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> disciolti in continuo; gestire facilmente di tutti i cicli di produzione e lavaggio; ridurre il consumo idrico; una maggiore flessibilità d'impiego (in linea, a passaggio o in ricircolo).

L'attività svolta nell'ambito della **sotto-azione 3.6** ha confermato, in tutti e tre le tipologie di vino, che il percorso produttivo innovativo (meccanizzazione delle operazioni colturali e tecniche enologiche innovative) ha comportato degli aumenti di emissioni rispetto alle tecniche tradizionali.

Dai dati analizzati si nota che il peso principale di queste differenze deriva soprattutto dalla fase di campo dove non sono state rilevate differenze, relativamente all'annata 2019, in termini di resa produttiva (a fronte delle diverse tecniche colturali adottate) che avrebbero potuto mitigare l'impatto dei maggiori consumi di carburante derivanti dalla gestione meccanizzata.

Il GO ha sviluppato diverse iniziative di divulgazione (**AZIONE 4**), quali 4 Visite Guidate (11 Giugno 2019, 24 Luglio 2019, 29 Ottobre 2019, 16 Dicembre 2019), 4 Incontri Tecnici (11 Giugno 2019, 24 Luglio 2019, 29 Ottobre 2019, 16 Dicembre 2019), 2 Articoli Tecnici (pubblicati sulla Rivista VVQ – Vigne, vini & qualità), implementazione del Portale di CAVIRO, di CRPV e della rete PEI-AGRI. È stato, inoltre, realizzato un Convegno Finale, in data 25 Giugno 2020 (in streaming video), e, infine, è stata effettuata una registrazione audio-video in cui sono stati comunicati i principali risultati conseguiti nell'ambito del Progetto.

## 1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano

Azione	Unità Aziendale responsabile	Tipologia attività	Mese inizio attività previsto	Mese inizio attività reale	Mese termine attività previsto	Mese termine attività reale
1 - Cooperazione	CRPV	Esercizio della Cooperazione	1	1	18	21
3 - Realizzazione del Piano	CRPV	Azioni dirette alla realizzazione del Piano	1	1	18	21
4 - Divulgazione	CRPV	Divulgazione	4	4	16	21

## 2 DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE

### 2.1 AZIONE 1 – ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE

#### 2.1.1 Attività e risultati

<b>Azione</b>
---------------

Azione 1 – ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE

<b>Unità Aziendale responsabile (Uar)</b>
---

CRPV

<b>Descrizione attività</b>
-----------------------------

CRPV, su incarico del beneficiario, ha svolto la funzione di coordinatore dell'attività di funzionamento prevista dal Piano.

È stato, dunque, individuato il **Responsabile Scientifico**: afferente a CRPV Soc. Coop.

Il CRPV, tramite proprio personale, ha seguito regolarmente e gestito con le necessarie e opportune documentazioni, tutte le fasi di sviluppo, dall'attivazione, anche formale, all'attuale rendicontazione finale, del Piano per assicurarne il corretto funzionamento e svolgimento.

Vengono di seguito sintetizzate le diverse attività svolte dal CRPV.

A seguito della Determina regionale Num. 13386 del 20/08/2018, il CRPV ha proceduto all'attivazione del Piano e, in particolare, delle diverse prove e attività previste nell'Azione 3 e 4, come previsto nell'ambito del Piano.

Dopo un primo incontro plenario con tutti i partner del Progetto di Filiera (*Domanda CARPETTA n. 5050440 - Posizione: F 06; Determina Num. 13397 del 20/08/2018 BOLOGNA*), svoltosi in data **19/07/2018**, nel quale è stata data, tra l'altro, ampia informazione sui contenuti del Piano di Innovazione, si è svolta una specifica riunione di attivazione, in data **12 Ottobre 2018**, in cui sono stati approfonditi i contenuti e gli obiettivi del Piano, al fine di avere la più ampia condivisione possibile delle informazioni, affinare le modalità di realizzazione delle azioni d'innovazione e per rendere operativi rapidi feedback. A questo incontro ne è seguito un secondo (**2 Maggio 2019**), un terzo (**7 Giugno 2019**), un quarto (**29 Ottobre 2019**), un quinto (**7 Febbraio 2020**), un sesto (**11 Febbraio 2020**) e un settimo (**6 Maggio 2020**) ai quali hanno preso parte le Unità Operative per fare il punto sullo stato d'avanzamento e sullo sviluppo delle diverse attività. Negli ultimi tre incontri sono, inoltre, stati definiti i dettagli per la stesura della rendicontazione tecnica ed economica finale.



L'incontro del **12 Ottobre 2018** ha rappresentato anche il momento di costituzione del Comitato di Piano (CP) per la gestione e il funzionamento delle Unità Operative. Il CP è quindi composto:

- dal Responsabile del Piano (RP): (CAVIRO sca);
- dal Responsabile Organizzativo e coordinamento del Piano (ROCP) (CRPV Soc. Coop.);
- dal Responsabile Scientifico (RS) (CRPV Soc. Coop);
- da (CAVIRO sca);
- da (CAVIRO sca);
- da (CAVIRO sca);
- da (UNIBO);
- da (UNIBO);
- da (UNIBO);
- da (UNIBO);
- da (CRPV);
- da (ASTRA Innovazione e Sviluppo);
- da (C.S. FORLI);
- da (Cantina di Faenza);
- da (AGRINTESA).

Il CRPV si è, quindi, occupato di coordinare nel complesso tutte le attività, animando le Unità Operative, seguendone il percorso e verificandone la coerenza e buon sviluppo (attraverso innumerevoli contatti telefonici, via WhatsApp, mail e mailing list, documentabili dagli strumenti CRPV e incontri specifici). Il CRPV ha, inoltre, favorito lo scambio di informazioni e, quando ritenuto utile, il necessario supporto sia informativo che logistico per il buon sviluppo delle sinergie e attività previste dal Piano. Ha, inoltre, stimolato e collaborato alla realizzazione di diverse azioni di divulgazione, come descritte di seguito nell'**AZIONE 4**.

L'attività di coordinamento e animazione ha visto il CRPV organizzare e partecipare a un **totale di 8 incontri** (uno plenario, uno di attivazione del Progetto e 6 stati di avanzamento) nel periodo 19 Luglio 2018 – 30 Giugno 2020; gli incontri si sono svolti nelle seguenti date:

- **19 Luglio 2018, Faenza (RA);**
- **12 Ottobre 2018, Faenza (RA);**
- **2 Maggio 2019, Tebano, Faenza (RA);**
- **7 Giugno 2019, Tebano, Faenza (RA);**
- **29 Ottobre 2019, Tebano, Faenza (RA);**

- **7 Febbraio 2020, Bologna (BO);**
- **11 Febbraio 2020, Forlì (FC);**
- **6 Maggio 2020, Skype.**

I fogli firma di tutti gli incontri delle Unità Operative sopra citati, sono disponibili c/o il CRPV.

Per la fase organizzativa e logistica degli incontri e delle altre iniziative descritte di seguito, il CRPV si è avvalso sia della propria segreteria tecnica sia del supporto di CAVIRO sca.

Nell'ultimo semestre del Progetto è iniziata la fase di analisi dei risultati per la attuale rendicontazione finale e il **ROCP**, coadiuvato dal proprio staff tecnico, ha fornito tutti gli strumenti, le informazioni e i suggerimenti utili alle unità operative per il corretto sviluppo di questa fase dell'attività. Oltre alle attività descritte in precedenza, il CRPV ha svolto altre funzioni quali le attività di interrelazione con la Regione Emilia-Romagna, l'assistenza tecnico-amministrativa alle altre Unità operative, le richieste di chiarimento e la redazione di eventuali richieste di aggiustamento o comunicazioni di altra natura trasmesse poi dal Beneficiario all'Ente preposto. Il CRPV si è occupato dell'aggiornamento della Rete PEI-AGRI in riferimento al Piano, come richiesto dalla Regione, al fine di stimolare l'innovazione, tramite l'apposita modulistica presente sul sito. Il CRPV ha, inoltre, gestito e predisposto documentazione e format e ha opportunamente informato e supportato i partner nella fase di rendicontazione tecnica ed economica.

### **Autocontrollo e Qualità**

Attraverso le Procedure e le Istruzioni operative approntate nell'ambito del proprio Sistema Gestione Qualità, il CRPV ha lavorato al fine di garantire efficienza ed efficacia al Progetto, come segue:

- Requisiti, specificati nei protocolli tecnici, rispettati nei tempi e nelle modalità definite;
- Rispettati gli standard di riferimento individuati per il Progetto;
- Garantita la soddisfazione del cliente tramite confronti diretti e comunicazioni scritte;
- Rispettate modalità e tempi di verifica in corso d'opera definiti per il Progetto;
- Individuati i fornitori ritenuti più consoni per il perseguimento degli obiettivi;
- La definizione delle procedure, attraverso le quali il Responsabile di Progetto ha effettuato il coordinamento e applicato le politiche di controllo di qualità, sono la logica conseguenza della struttura organizzativa del CRPV.

In particolare sono state espletate le attività di seguito riassunte.

- Attività di coordinamento

Le procedure attraverso le quali si è concretizzato il coordinamento dell'intero Progetto si sono sviluppate attraverso riunioni e colloqui periodici con il Responsabile Scientifico e con quelli delle Unità Operative coinvolte.

- Attività di controllo

La verifica periodica dell'attuazione progettuale si è realizzata secondo cadenze temporali come erano state individuate nella scheda Progetto. Più in particolare è stata esercitata sia sul funzionamento operativo che sulla qualità dei risultati raggiunti; in particolare, è stata condotta nell'ambito dei momenti sotto descritti.

- Verifiche dell'applicazione dei protocolli operativi in relazione a quanto riportato nella scheda Progetto;
- Visite ai campi sperimentali, ai laboratori e alle strutture coinvolte nella conduzione delle specifiche attività.

- Riscontro di non conformità e/o gestione di modifiche e varianti

Non si sono verificate situazioni difformi a quanto previsto dalla scheda Progetto.

Tutte le attività svolte come previsto nella procedura specifica di processo sono registrate e archiviate nel fascicolo di Progetto e certificate attraverso visite ispettive svolte dal Responsabile Gestione Qualità del CRPV.

Il Sistema Qualità CRPV, ovvero l'insieme di procedure, di misurazione e registrazione, di analisi e miglioramento e di gestione delle risorse è monitorato mediante visite ispettive interne e verificato ogni 12 mesi da Ente Certificatore accreditato (DNV-GL).

<b>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al Piano di lavoro, criticità evidenziate.</b>
---

Gli obiettivi del Piano sono stati raggiunti durante la vita del Progetto e non sono state rilevate criticità nella fase di cooperazione delle Unità Operative.

## 2.1.2 COSTIAZIONE 1

### a) *Personale dipendente: Unità Operativa CAVIRO*

<i>Nome e cognome</i>	<i>Ruolo nel Piano</i>	<i>Qualifica</i>	<i>Rapporto di lavoro</i>	<i>Impegno ore/uomo</i>	<i>Costo a ora</i>	<i>Costo totale (€)</i>
	Responsabile attività enologiche	Enologo	TD	164,5 h	30,41 €	5.002,35 €
<b>TOTALE PERSONALE (a)</b>						<b>€ 5.002,35</b>

### b) *Trasferte*

Cognome e Nome	Descrizione	Importo (Euro)
<b>TOTALE TRASFERTE (b)</b>		<b>€ 0</b>
<b>TOTALE (a+b)</b>		<b>€ 0</b>

### c) *Collaborazioni, consulenze, altri servizi: Unità Operativa CRPV*

<i>Ragione sociale della società di consulenza</i>	<i>Importo contratto</i>	<i>Attività realizzata</i>	<i>costo totale (€)</i>
C.R.P.V. SOC. COOP.	€ 285.000,00	Come da preventivo e da contratto approvato	€ 20.000,00
<b>TOTALE</b>			<b>€ 20.000,00</b>

### TOTALE AZIONE 1:

Unità Aziendale responsabile	Personale/trasferte	Costo (€)
CAVIRO	<i>Personale</i>	€ 5.002,35
	<i>Trasferte</i>	0
CRPV	<i>Consulenze</i>	€ 20.000,00
<b>TOTALE</b>		<b>€ 25.002,35</b>

## 2.2 AZIONE 3 - SPECIFICHE AZIONI LEGATE ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO

### 2.2.1 Attività e risultati

#### Sotto-azione 3.1

Sotto-azione 3.1: Messa a punto di modelli di meccanizzazione innovativi, dalla potatura alla raccolta, per il Trebbiano Romagnolo e per il Sangiovese.

#### Unità Aziendale responsabile (Uar)

Per la realizzazione delle attività previste nell'ambito della presente sotto-azione, il CRPV (Uar) si è avvalso delle competenze tecniche dei ricercatori di UNIBO e ASTRA e del supporto logistico di CAVIRO. Le unità verranno esplicitate per ogni singola attività.

#### Descrizione attività

##### 2.2.1.1.1 Obiettivi

Obiettivo della presente sotto-azione è stato quello di individuare delle linee di gestione meccanizzate, dalla potatura alla raccolta per il Trebbiano Romagnolo e per il Sangiovese.

Sono stati scelti due vigneti in pianura rappresentativi dell'areale di produzione del vitigno Trebbiano Romagnolo, gestiti rispettivamente con forme di allevamento a Doppia Cortina e a Guyot, e due vigneti in collina rappresentativi dell'areale di produzione del vitigno Sangiovese allevati a Cordone libero e a Cordone speronato, al fine di confrontare su ogni forma di allevamento le due linee di gestione del vigneto (meccanizzata e manuale) sia da una prospettiva tecnico-agronomica che economica.

##### 2.2.1.1.2 Materiali e metodi

La sotto-azione 3.1 ha previsto due prove:

- **PROVA 1:** Valutazione agronomica ed economica della gestione meccanizzata del vitigno Trebbiano Romagnolo allevato a Doppia Cortina e a Guyot, nell'areale romagnolo di pianura.
- **PROVA 2:** Valutazione agronomica ed economica della gestione meccanizzata del vitigno Sangiovese allevato a Cordone libero e a Cordone speronato nell'areale romagnolo di collina.

Le attività relative alla **PROVA 1** (cv. Trebbiano romagnolo) sono state svolte nei vigneti delle seguenti aziende:

- Azienda            località Cotignola (RA), con viti allevate a Guyot e sesto d'impianto 2,8 m tra le file e 1,2 m sulla fila;
- Azienda            località Castel Bolognese (RA), con viti allevate a Doppia Cortina e sesto d'impianto di 4 m tra le file x 1 m sulla fila.

Per quanto riguarda invece la **PROVA 2** (cv. Sangiovese) le relative attività sono state svolte presso:

- Azienda localit  Sarsina (FC), con viti allevate a Cordone libero e sesto d'impianto 3,2 m tra le file e 1 m sulla fila;
- Azienda localit  Forl  (FC), con viti allevate a Cordone speronato e sesto d'impianto di 3 m tra le file x 1 m sulla fila.

Nel corso delle prove sono state valutate le seguenti linee di interventi meccanici:

- Potatura invernale del Trebbiano romagnolo allevato a Doppia Cortina con potatrice a barre, completata da una veloce rifinitura manuale e pre-potatura con potatrice a dischi del Trebbiano romagnolo allevato a Guyot;
- Gestione della chioma con pettinatura meccanica della Doppia Cortina mediante l'utilizzo di una pettinatrice meccanica rappresentata da un prototipo Aziendale su vigneto gestito con distanziali e cimatura meccanica per il Guyot;
- Vendemmia meccanica della Doppia Cortina con vendemmiatrice a scuotimento verticale e del Guyot con vendemmiatrice a scuotimento orizzontale.
- Potatura invernale del Sangiovese allevato a Cordone speronato e a Cordone libero realizzata con una pre-potatura con potatrice meccanica completata da una rifinitura manuale;
- Interventi di cimature adeguate allo sviluppo della vegetazione nel Cordone speronato e al mantenimento del portamento assurgente dei germogli nel Cordone libero;
- Vendemmia meccanica del Cordone speronato e del Cordone libero con vendemmiatrice a scuotimento orizzontale.

Ogni linea di gestione   stata confrontata con una corrispondente gestione manuale in cui gli stessi interventi sono stati eseguiti manualmente.

Al fine di analizzare e valutare le diverse linee di gestione a confronto, in ciascuna Azienda sono stati condotti, su parcelle attigue non replicate di circa 100 metri ognuna corrispondente ad una linea di gestione, i seguenti rilievi:

- carico di gemme dopo la potatura;
- tempi di lavoro delle operazioni seguite;
- danni provocati dagli interventi meccanici eseguiti;
- valutazione dell'epoca di germogliamento;
- valutazione alla vendemmia delle componenti della produzione (numero e peso medio dei grappoli);
- valutazione della composizione delle uve alla vendemmia attraverso la determinazione dei composti biochimici principali ( Brix, pH e acidit  titolabile);
- peso del legno asportato con la potatura invernale;
- valutazione economica delle due linee di gestione manuale e meccanica programmate.

### 2.2.1.1.3 Risultati e discussione

#### PROVA 1

##### Trebbiano Romagnolo allevato a GDC

Il vigneto di Trebbiano Romagnolo allevato a GDC in cui è stata svolta la prova è ubicato a Castel Bolognese, nella pianura della provincia di Ravenna e da diversi anni è gestito con un elevato livello di meccanizzazione.

Considerando le attività previste dal progetto, per quanto riguarda la potatura invernale sono state confrontate due tesi: la potatura manuale (tesi “Manuale”) con la potatura eseguita da un cantiere composto dal trattore che montava la potatrice e trainava il carro con due operatori muniti di forbici pneumatiche (tesi “Meccanica con rifinitura”).

La potatura meccanica è stata effettuata con la potatrice Lotti monolaterale con tre barre ad una velocità di avanzamento di circa 1 km/h (**Tabella 3.1.1**), senza provocare danni alla pianta. La potatura meccanica è stata rifinita con l'intervento di due operai con forbici pneumatiche eliminavano parte degli speroni lasciati, soprattutto nella parte interna della cortina.

Nel complesso le ore di manodopera necessarie per svolgere l'operazione nella tesi meccanica con rifinitura sono state cinque volte inferiori a quelle richieste dalla tesi manuale.

**Tabella 3.1.1. Condizioni operative delle due tesi di potatura su Trebbiano romagnolo allevato a GDC.**

Potatura	Velocità di avanzamento (m/h)	Rendimento d'impiego	Numero operai	Capacità di lavoro (ha/h)	Manodopera impiegata (h/ha)
Manuale	60	1	1	0,012	83
Meccanica con rifinitura	1000	0,90	3	0,18	16,7

Nella potatura manuale gli operai avanzavano su ogni cortina alla velocità di 60 m/h lasciando 16 speroni per pianta, ciascuno con 3 gemme franche, mentre nella tesi “Meccanica con rifinitura” la media del numero di speroni lasciati nel corso della potatura invernale delle due annate (13/03/2019 e 22/01/2020) è risultata di circa 38 speroni, ciascuno con 2,2 gemme franche (**Tabella 3.1.2**). I tagli di rifinitura, circa 5 per pianta, sono stati eseguiti prevalentemente sui tralci interni o su quelli mal posizionati. Nel complesso il carico di gemme lasciato con la potatura meccanica è risultato decisamente superiore di quello della potatura manuale, ma caratterizzato da speroni con una lunghezza inferiore rispetto a quelli lasciati con potatura manuale (**Tabella 3.1.2**).

**Tabella 3.1.2. Dati relativi al carico di gemme del vigneto di Trebbiano romagnolo allevato a GDC.**

Tesi	Speroni (n°/pianta)	Gemme franche (n°/sperone)	Gemme franche (n°/pianta)
Manuale	16	3	48
Meccanica con rifinitura	38	2,2	83

Nel corso della primavera è stata rilevata la fase di germogliamento, che è stata identificata in data 08/04/2019.

Nei mesi di maggio e giugno sono state eseguite le operazioni meccaniche di pettinatura messa anche in questo caso a confronto con la pratica manuale condotta su piattaforma semovente mobile.

In tutti i filari in prova sono stati aperti i divaricatori quando i germogli avevano raggiunto una lunghezza di circa 50-60 cm, lunghezza tale da permettere ai germogli di posizionarsi verso l'interfilare evitando rotture o altri danni.

La pettinatura meccanica è stata effettuata dopo l'apertura dei braccetti con una pettinatrice ideata da titolare dell'Azienda oggetto della prova, in collaborazione con la ditta Vulcano di Faenza.

La macchina è costituita da un cono metallico che ruota in senso anti-orario e che deve essere posizionato tra la cortina ed i fili tesi dai divaricatori; una ventola assiale dotata di convogliatore, per concentrare il flusso d'aria ed agevolare la piegatura dei germogli verso l'interfilare; un telo di materiale plastico montato sul fianco della trattrice, di peso e altezza regolabili, che esercita una pressione modulabile e stabilizza la posizione dei germogli verso l'esterno della cortina.

Le condizioni operative della macchina riportate in **Tabella 3.1.3** rivelano che la pettinatura meccanica ripetuta due volte nella stagione, ha impiegato complessivamente 6,4 h/ha di manodopera, di cui 3,9 h/ha per il cantiere meccanico e 2,5 h/ha per operazioni accessorie. Per l'intervento manuale eseguito su piattaforma semovente sono state invece utilizzate 21 h/ha, di cui 1 h/ha per interventi accessori (**Tabella 3.1.3** e **Tabella 3.1.4**).

**Tabella 3.1.3. Condizioni operative delle due tesi di pettinatura su Trebbiano romagnolo allevato a GDC.**

Pettinatura	Velocità avanzamento (m/h)	Rendimento d'impiego	Numero operai	Interventi Eseguiti (n/anno)	Capacità di lavoro (ha/h)	Manodopera impiegata (h/ha)
Manuale su pianale mobile	250	0,95	2	1	0,10	21
Meccanica	3000	0,85	1	2	0,51	6,4



Oltre all'importante risparmio di ore di manodopera, l'utilizzo di questa pettinatrice meccanica permette di evitare agli operatori il contatto diretto con i residui di fitofarmaci normalmente presenti sulle foglie.

Per quanto riguarda la cimatura, che di norma nella Doppia Cortina viene eseguita prima che i germogli tocchino terra, sono stati necessari due interventi, che sono stati effettuati con una cimatrice Lotti a barra monolaterale. L'impiego di questa cimatrice ha reso possibile una notevole riduzione delle ore di lavoro rispetto all'operazione eseguita a mano (Tabella 3.1.4).

**Tabella 3.1.4. Condizioni operative delle due modalità di cimatura su Trebbiano romagnolo allevato a GDC.**

Cimatura	Velocità avanzamento (m/h)	Rendimento d'impiego	Numero operai	Interventi eseguiti (n/anno)	Capacità di lavoro (ha/h)	Manodopera impiegata (h/ha)
Manuale	250	1	1	2	0,05	20
Meccanica	6000	0,90	1	2	1,08	0,93

La vendemmia è stata eseguita il 25/09/2019 con una vendemmiatrice semovente Metal Gei a scuotimento verticale di proprietà dell'Azienda. Le relative condizioni operative sono riportate in Tabella 3.1.5.

L'impiego della vendemmiatrice meccanica ha consentito di effettuare l'operazione in 7,7 h/ha, risparmiando una considerevole quantità di manodopera rispetto alla operazione manuale che ne ha richieste 200. La vendemmiatrice non ha comportato danni alle piante e all'uva raccolta, anche grazie alla velocità di avanzamento utilizzata relativamente bassa (1 km/h).

**Tabella 3.1.5. Vendemmia del Trebbiano romagnolo allevato a GDC.**

Vendemmia	Velocità avanzamento (m/h)	Rendimento d'impiego	Capacità di lavoro (ha/h)	Manodopera impiegata (h/ha)
Manuale	25	1	0,005	200
Meccanica	1000	0,65	0,13	7,7

I dati produttivi raccolti alla vendemmia (Tabella 3.1.6) hanno evidenziato che le piante della tesi "Meccanica con rifinitura", sulle quali era stato lasciato un carico di gemme superiore, hanno prodotto un maggior numero di grappoli rispetto alla tesi "Manuale". Nonostante la potatura meccanica con rifinitura abbia determinato la riduzione del peso medio grappolo, la produzione per ceppo è risultata più alta rispetto a quella delle piante potate manualmente di circa il 17%.

Per quanto concerne la composizione delle bacche, nella tesi manuale la concentrazione zuccherina è risultata superiore e l'acidità titolabile inferiore, rispetto alle uve della tesi "Meccanica con rifinitura".

**Tabella 3.1.6. Risultati produttivi e qualitativi rilevati alla vendemmia nel vigneto di Trebbiano romagnolo allevato a GDC.**

Tesi	Grappoli (n°/ceppo)	Prod. (kg/ceppo)	Prod. stimata (t/ha)	Peso medio grappolo (g)	Peso medio acino (g)	Compatt. grappolo (OIV 1-9)	Botrite (%)	Solidi solubili (°Brix)	pH	Acidità tit. (g/L)
Manuale	56,5 b	14,03 b	35,1	255,4 a	2,34 a	8,6	1,6	17,7 a	3,31	7,92 b
Meccanica con rifinitura	71,1 a	16,44 a	41,1	201,6 b	2,16 b	8,5	3,7	16,1 b	3,33	8,89 a

Il 22/01/2020 è stata effettuata la seconda potatura invernale (Tabella 3.1.7) che ha seguito lo stesso schema dell'anno precedente lasciando inalterati i tempi di esecuzione, il numero di speroni ed il carico di gemme. Nella tabella è anche riportato il peso del legno di potatura che è risultato superiore nella tesi "Potatura manuale".

**Tabella 3.1.7. Potatura invernale 22/01/2020.**

Parametro	Manuale	Meccanica con rifinitura
Legno (kg/ceppo)	0,80	0,60
Speroni (n°/ceppo)	16	38
Gemme franche (n°/ceppo)	48 (3 per sperone)	83

#### Trebbiano Romagnolo allevato a Guyot

La prova è stata realizzata presso il vigneto di Trebbiano Romagnolo allevato a Guyot bilaterale dell'Azienda ubicata a Cotignola nella pianura in provincia di Ravenna. Questo vigneto viene attualmente gestito con l'ausilio di alcune macchine che permettono di raggiungere un buon livello di meccanizzazione, nonostante la forma d'allevamento a tralcio rinnovato presenti dei limiti per quanto riguarda la potatura. Proprio per agevolare la potatura invernale questa Azienda adotta una tecnica innovativa utilizzando una pre-potatrice a dischi contrapposti che taglia e stralcia la parte distale dei tralci, mentre la cimatura estiva viene realizzata con una cimatrice di proprietà. La vendemmia viene eseguita con una vendemmiatrice a scuotimento orizzontale trainata in cui sono stati sostituiti i battitori con una tipologia più moderna. Considerando le attività previste dal progetto, per quanto riguarda la potatura invernale (09-01-2019) è stato deciso di mettere a confronto la procedura adottata in Azienda (tesi "Con pre-potatura" meccanica) con la potatura eseguita interamente a mano (tesi "Senza pre-potatura" meccanica). Le tesi di potatura sono state pertanto diversificate solo per l'utilizzo o meno della pre-potatrice mentre sono rimaste identiche per quanto

riguarda le fasi di potatura del legno dell'anno precedente, stralciatura, selezione e legatura manuale del capo a frutto, portando ad uno stesso carico di gemme. Sono stati quindi lasciati 2 capi a frutto per pianta di 12 gemme ciascuno, più due speroni per il rinnovo.

È importante sottolineare che la pre-potatrice ha lavorato a circa 30-40 cm sotto l'ultimo filo di contenimento, per evitare che i tralci venissero raccorciati eccessivamente.

Con l'utilizzo della pre-potatrice a dischi contrapposti, l'operazione di stralciatura manuale è risultata molto più agevole così come l'esecuzione degli altri tagli ed è stato calcolato che sono state risparmiate circa 30 h/ha, rispetto alla potatura eseguita esclusivamente a mano (**Tabella 3.1.8**).

**Tabella 3.1.8. Dati relativi ai tempi di potatura del vigneto di Trebbiano romagnolo allevato a Guyot.**

Operazione	Tempi (ore / ha)	
	Tesi con pre-potatura	Tesi senza pre-potatura
Pre-potatura meccanica	1,1	-
Potatura e stralciatura manuale 1 - taglio grosso	55,0	81,4
Legatura con legatrice	9	10,6
<b>Totale</b>	<b>65,1</b>	<b>92</b>

Nel corso della primavera è stata rilevata la fase di germogliamento che si è verificata in data 05/04/2019.

Durante la stagione vegetativa e in particolare tra maggio e giugno sono stati necessari tre interventi di cimatura. Anche in questo caso le tesi previste dal progetto sono state due: "Meccanica" eseguita con la cimatrice Lotti a barre monolaterale e "Manuale" in cui la cimatura è stata effettuata manualmente.

Dal confronto tra le tesi è emerso che la cimatura meccanica ha consentito una riduzione dei tempi di lavoro di circa 26 h/ha per ogni intervento (**Tabella 3.1.9**).

**Tabella 3.1.9. Condizioni operative delle due modalità di cimatura su Trebbiano romagnolo allevato a Guyot.**

Cimatura	Velocità avanzamento (m/h)	Rendimento d'impiego	Numero operai	Interventi eseguiti (n/anno)	Capacità di lavoro (ha/h)	Manodopera impiegata (h/ha)
Manuale	260	1	1	3	0,036	27,8
Meccanica	6000	0,90	1	3	0,76	1,32

La vendemmia è stata eseguita il 24/09/2019 con la vendemmiatrice trainata Volentieri 2000 a scuotimento orizzontale con battitori Gregoire. L'utilizzo della macchina ha consentito di risparmiare oltre 100 h/ha di manodopera rispetto alla tesi manuale (**Tabella 3.1.10**).

**Tabella 3.1.10. Vendemmia del Trebbiano romagnolo allevato a Guyot.**

Vendemmia	Velocità avanzamento (m/h)	Rendimento d'impiego	Capacità di lavoro (ha/h)	Manodopera impiegata (h/ha)
Manuale	21	1	0,006	166,7
Meccanica	1300	0,65	0,24	4,2

Le principali componenti produttive delle piante e le caratteristiche compositive delle uve (**Tabella 3.1.11**) sono state rilevate alla vendemmia riportando i valori medi delle due tesi. Come previsto poiché nessuna differenza in termini di carico di gemme e struttura delle piante era evidenziabile in seguito alla pre-potatura meccanica adottata, anche il comportamento vegeto-produttivo delle viti è stato identico. La produzione del 2019 è risultata inferiore a quella mediamente registrata nel vigneto. Questo risultato è da imputare alle particolari condizioni climatiche sfavorevoli che hanno caratterizzato il 2019 nella prima parte del ciclo e all'eccessiva produzione riscontrata nel 2018 che potrebbe aver indotto dei fenomeni di alternanza produttiva.

**Tabella 3.1.11. Risultati produttivi e qualitativi rilevati alla vendemmia nel vigneto di Trebbiano romagnolo allevato a Guyot.**

Tesi	Grappoli (n°/ceppo)	Prod. (kg/ceppo)	Prod. stimata (t/ha)	Peso medio grappolo (g)	Peso medio acino (g)	Compatt. grappolo (OIV 1-9)	Botrite (%)	Solidi solubili (°Brix)	pH	Acidità tit. (g/L)
Manuale/ Meccanica	19,3	5,20	15,4	277,6	2,16	8,4	3,5	19,4	3,54	6,74

Il 22/01/2020 è stata nuovamente effettuata la potatura invernale (**Tabella 3.1.12**) che ha seguito lo stesso schema dell'anno precedente lasciando inalterati i tempi di esecuzione di tale operazione ed il carico di gemme e permettendo di registrare il peso del legno di potatura delle piante dei filari in prova. Il valore ha evidenziato un buon equilibrio vegeto-produttivo delle viti.

**Tabella 3.1.12. Potatura invernale 2019/2020.**

Parametro	Potatura manuale
Legno (kg/ceppo)	0,92
Speroni di rinnovo lasciati	2
Gemme franche (n°/ceppo)	28

## PROVA 2

### **Sangiovese allevato a Cordone libero**

La prova di meccanizzazione su Sangiovese allevato a cordone libero è stata svolta presso il vigneto dell'Azienda Sarsina (FC) sull'Appennino tosco-romagnolo.

Il vigneto viene attualmente gestito sia attraverso operazioni manuali (potatura invernale) che tramite l'utilizzo di macchinari Aziendali (cimature) o di contoterzisti (vendemmia). Considerando le attività previste dal progetto, per quanto riguarda la potatura invernale è stato deciso di mettere a confronto la potatura manuale (tesi "Manuale") con un cantiere composto da un trattore che montava la potatrice e che trainava un carro con due operatori muniti di forbici pneumatiche (tesi "Meccanica con rifinitura").

Scelti i due filari su cui impostare le tesi, il giorno 08-02-2019 è stata effettuata la prima potatura invernale.

Per eseguire le attività previste dalla tesi "Meccanica con rifinitura" sono stati noleggiati una potatrice ed un carro munito di forbici pneumatiche, non disponibili presso l'Azienda, dei quali si riportano le condizioni operative in **Tabella 3.1.13**. Per consentire agli operatori di poter effettuare i tagli necessari e per evitare danni alle piante dovuti al passaggio delle barre, la potatrice ha proceduto a una velocità ridotta (1,05 km/h).

Il confronto tra i tempi impiegati nelle due differenti linee di gestione (**Tabella 3.1.13**) ha mostrato che la potatura meccanica con rifinitura ha richiesto un impegno di manodopera di 11 h/ha, rispetto alle 76 h/ha necessarie per l'intervento manuale.

**Tabella 3.1.13. Valori rilevati nella potatura del Sangiovese allevato a cordone libero.**

Potatura	Velocità avanzamento (m/h)	Rendimento d'impiego	Numero operai	Capacità di lavoro (ha/h)	Manodopera impiegata (h/ha)
Manuale	44	1	1	0,013	75,8
Meccanica con rifinitura	1050	0,9	3	0,28	10,6

Per quanto riguarda il carico di gemme, con la potatura manuale sono stati lasciati 6 speroni per pianta con 1 gemma franca, seguendo quelle che sono le modalità di potatura a sperone per il Sangiovese in collina. La tesi "Meccanica con rifinitura da carro" ha come previsto comportato un maggior carico di gemme che, riferito alla media dei valori rilevati nel biennio di prova (precisamente alle date 08/02/2019 e 22/01/2020) è risultato pari a 20 gemme per pianta rappresentato da circa 10 speroni con 2 gemme franche per sperone (**Tabella 3.1.14**).

**Tabella 3.1.14. Dati relativi al carico di gemme del vigneto di Sangiovese allevato a cordone libero.**

Potatura	Speroni (n°/ m)	Gemme franche (n°/ sperone)	Gemme franche (n°/ m)
Manuale	6	1	6
Meccanica con rifinitura	10	2	20

Nel corso della primavera è stata rilevata la fase di germogliamento che si è verificata in data 02/04/2019.

Come noto la gestione del cordone libero prevede un certo numero di cimature leggere, a partire dal periodo intorno alla fioritura, per mantenere il corretto portamento assurgente dei germogli. Durante la stagione vegetativa 2019, sono state eseguite 3 cimature.

Anche in questo caso, come richiesto dal progetto, è stato operato un confronto tra le due linee di cimatura: manuale e meccanica (**Tabella 3.1.15**). La cimatura meccanica è stata effettuata con una cimatrice Rinieri monolaterale a coltelli che ha permesso di ridurre notevolmente le ore di manodopera rispetto alla gestione manuale.

**Tabella 3.1.15. Condizioni operative delle due modalità di cimatura su Sangiovese allevato a cordone libero.**

Cimatura	Velocità avanzamento (m/h)	Rendimento d'impiego	Numero operai	Interventi eseguiti (n/anno)	Capacità di lavoro (ha/h)	Manodopera impiegata (h/ha)
Manuale	300	1	1	3	0,045	22,2
Meccanica	8000	0,90	1	3	1,08	0,93

La vendemmia è stata eseguita in data 20-09-2019 utilizzando nella tesi “potatura meccanica con rifinitura” la vendemmiatrice semovente Pellenc modello 4560 con battitori Gregoire, le cui condizioni operative sono riassunte in (**Tabella 3.1.16**).

**Tabella 3.1.16. Vendemmia del Sangiovese allevato a cordone libero.**

Vendemmia	Velocità d'avanzamento (m/h)	Rendimento d'impiego	Capacità di lavoro (ha/h)	Manodopera impiegata (h/ha)
Manuale	16,7	1,00	0,005	200
Meccanica	2500	0,65	0,49	2,05

L'impiego di tale macchina ha consentito un elevato risparmio di ore di manodopera, effettuando l'operazione in 1,9 h/ha rispetto alle 200 h/ha impiegate per la tesi “manuale”, senza inoltre comportare alcun tipo di danno alle piante.

Alla vendemmia sono state rilevate le principali componenti produttive delle piante e le caratteristiche compositive delle uve dalle quali è emerso che le piante della tesi “Potatura meccanica con rifinitura”,

nelle quali era stato lasciato un carico di gemme superiore, hanno prodotto un maggior numero di grappoli per ceppo rispetto alla potatura manuale e, non essendoci state differenze nel peso medio grappolo tra le tesi, la produzione per ceppo è risultata quasi doppia rispetto a quella delle piante potate manualmente (**Tabella 3.1.17**).

La mancata riduzione del peso medio grappolo della tesi potata meccanicamente è stata probabilmente dovuta al fatto che il carico di gemme lasciato non è stato sufficiente alto da indurre i ben noti meccanismi di autoregolazione tra i quali la riduzione della percentuale di allegagione e della crescita dimensionale degli acini.

**Tabella 3.1.17. Risultati produttivi e qualitativi rilevati alla vendemmia nel vigneto di Sangiovese allevato a cordone libero.**

Tesi	Grappoli (n°/ceppo)	Prod. (kg/ceppo)	Prod. stimata (t/ha)	Peso medio grappolo (g)	Peso medio acino (g)	Compatt. grappolo (OIV 1-9)	Botrite (%)	Solidi solubili (°Brix)	pH	Acidità tit. (g/L)
Manuale	14,40 b	5,20 b	16,2	359,5	2,55	8,10	10,10	20,9 a	3,37	9,36 b
Meccanica con rifinitura	26,80 a	9,66 a	30,2	358,7	2,74	8,10	5,10	18,6 b	3,30	9,58 a

Per quanto concerne la composizione delle bacche, nella tesi “Manuale”, e coerentemente con i livelli produttivi, la concentrazione zuccherina è risultata significativamente superiore e l’acidità titolabile inferiore, rispetto alle uve della tesi “Meccanica con rifinitura”. Considerando i dati relativi alla maturità tecnologica ottenuti sulle piante in prova, è stato suggerito di ritardare la vendemmia delle uve per la vinificazione di almeno una settimana.

Il 15/01/2020 è stata effettuata la seconda potatura invernale (**Tabella 3.1.18**) che ha seguito lo stesso schema dell’anno precedente lasciando inalterati i tempi, il numero di speroni ed il carico di gemme. Il peso del legno di potatura è risultato solo leggermente superiore nella tesi “Manuale” rispetto alla Meccanica con rifinitura.

**Tabella 3.1.18. Effetti delle due linee di intervento - potatura manuale e potatura meccanica con rifinitura - sul peso del legno di potatura e sul numero di gemme. Inverno 2019-2020.**

Parametro	Manuale	Meccanica con rifinitura
Legno (kg/ceppo)	0,66	0,58
Speroni (n°/ceppo)	6	10
Gemme franche (n°/ceppo)	6	20

### Sangiovese allevato a Cordone speronato

La prova di meccanizzazione su Sangiovese allevato a cordone speronato è stata svolta presso il vigneto dell'Azienda nella zona pedecollinare di Forlì.

Il vigneto viene attualmente gestito con un elevato livello di meccanizzazione: la potatura invernale è agevolata dalla pre-potatura meccanica, mentre le operazioni di cimatura e vendemmia sono effettuate esclusivamente a macchina.

Considerando le attività previste dal progetto, per quanto riguarda la potatura invernale è stato deciso di mettere a confronto la potatura manuale (tesi "Manuale") con il cantiere composto da un trattore che montava una potatrice a dischi contrapposti e trainava il carro con due operatori muniti di forbici pneumatiche (tesi "Meccanica con rifinitura").

Scelti i due filari su cui impostare le tesi, a dicembre 2018 è stata effettuata la prima potatura invernale.

Il cantiere di lavoro che ha eseguito la pre-potatura e la rifinitura avanzava a 0,95 km/h (Tabella 3.1.19) velocità piuttosto limitata che ha consentito di non provocare danni alle piante e di realizzare una discreta rifinitura manuale. L'utilizzo della macchina ha sicuramente portato dei vantaggi in termini di dispendio di manodopera in quanto è stato possibile effettuare la potatura in 11,7 h/ha, rispetto alle 95 h/ha stimate per la potatura manuale.

**Tabella 3.1.19. Valori rilevati nella potatura del Sangiovese allevato a cordone speronato.**

Potatura	Velocità avanzamento (m/h)	Rendimento d'impiego	Numero operai	Capacità di lavoro (ha/h)	Manodopera impiegata (h/ha)
Manuale	35	1	1	0,011	95,2
Meccanica con rifinitura	950	0,9	3	0,26	11,7

Con la potatura manuale sono stati lasciati 8 speroni per pianta da 2 gemme franche, in linea con quanto previsto dalla normale gestione Aziendale, mentre nella tesi "Meccanica con rifinitura" la media del numero di speroni lasciati nel corso delle due potature invernali (eseguite il 04/12/2018 e 22/01/2020) è risultata pari a 16 speroni, ciascuno con 2 gemme franche (Tabella 3.1.20). I tagli di rifinitura, circa 5 per pianta, sono stati eseguiti prevalentemente sui tralci sviluppati nella parte inferiore del cordone e su quelli mal posizionati.

**Tabella 3.1.20. Dati relativi al carico di gemme ed ai tempi di potatura del vigneto di Sangiovese allevato a cordone speronato.**

Potatura	Speroni (n° pianta)	Gemme franche (n°/ sperone)	Gemme franche (n°/ pianta)
Manuale	8	2	16
Meccanica con rifinitura	16	2	32



Nel corso della primavera del 2019, è stata rilevata la fase di germogliamento che si è verificata in data 29/03/2019.

Nei mesi di giugno e luglio sono state effettuate 2 cimature con una cimatrice a coltelli bilaterale, le cui condizioni operative sono riportate in (Tabella 3.1.21).

**Tabella 3.1.21. Condizioni operative delle due modalità di cimatura su Sangiovese allevato a Cordone speronato.**

Cimatura	Velocità avanzamento (m/h)	Rendimento d'impiego	Numero operai	Interventi eseguiti (n/anno)	Capacità di lavoro (ha/h)	Manodopera impiegata (h/ha)
Manuale	260	1	1	2	0,039	25,6
Meccanica	6000	0,90	1	2	1,62	0,62

Anche in questo caso, come previsto dal progetto, è stato operato un confronto tra la linea di gestione meccanica e quella manuale e, come atteso, l'impiego di questa cimatrice ha reso possibile una notevole riduzione delle ore di manodopera rispetto all'operazione effettuata a mano.

La vendemmia è stata eseguita in data 17-09-2019 utilizzando, nella tesi "Meccanica con rifinitura", la vendemmiatrice Braud 9090 L, le cui condizioni operative sono riportate in Tabella 3.1.22.

L'impiego di tale macchina ha consentito un elevato risparmio di manodopera in quanto l'operazione è stata eseguita in 2,4 h/ha rispetto alle 250 h/ha impiegate vendemmiando a mano. Questa vendemmiatrice non ha causato danni alle piante e non si sono verificate eccessive perdite di foglie.

**Tabella 3.1.22. Parametri operativi della vendemmia del Sangiovese allevato a cordone libero.**

Vendemmia	Velocità avanzamento (m/h)	Rendimento d'impiego	Capacità di lavoro (ha/h)	Manodopera impiegata (h/ha)
Manuale	13,3	1	0,004	250
Meccanica	2100	0,65	0,41	2,44

Le principali componenti produttive delle piante alla vendemmia (Tabella 3.1.23) hanno evidenziato che le piante della tesi "Meccanica con rifinitura", nelle quali era stato lasciato un carico di gemme superiore, hanno prodotto un maggior numero di grappoli per ceppo rispetto a quelle della potatura manuale. Nonostante la potatura meccanica con rifinitura abbia determinato una certa riduzione del peso medio grappolo, è stato registrato un tendenziale aumento produttivo rispetto alle piante potate manualmente. Nel complesso, in seguito a questo differente il comportamento produttivo tra le due tesi le uve della tesi "Manuale" hanno presentato una concentrazione zuccherina superiore e un livello acido inferiore, rispetto alle uve della tesi "Meccanica con rifinitura", mantenendo comunque i parametri idonei per la destinazione produttiva prevista.

**Tabella 3.1.23. Risultati produttivi e qualitativi rilevati alla vendemmia nel vigneto di Sangiovese allevato a cordone speronato.**

Tesi	Grappoli (n°/ceppo)	Prod. (kg/ceppo)	Prod. stimata (t/ha)	Peso medio grappolo (g)	Peso medio acino (g)	Compatt. grappolo (OIV 1-9)	Botrite (%)	Solidi solubili (°Brix)	pH	Acidità tit. (g/L)
Manuale	23,9	7,54	25,1	321,6	2,17	8,3 a	0,5	19,9	3,70	5,91 a
Meccanica con rifinitura	29,6	8,50	28,3	298,3	2,04	7,9 b	1,9	18,2	3,42	6,39 b

Il 22/01/2020 è stata effettuata la seconda potatura invernale (**Tabella 3.1.24**) che ha seguito lo stesso schema dell'anno precedente lasciando inalterati i tempi, il numero di speroni ed il carico di gemme. Il peso del legno di potatura è risultato superiore nella tesi "Manuale" rispetto alla "Meccanica con rifinitura".

**Tabella 3.1.24. Effetti delle due linee di intervento - potatura manuale e potatura meccanica con rifinitura - sul peso del legno di potatura e sul numero di gemme. Inverno 2019-2020.**

Parametro	Manuale	Meccanica con rifinitura
Legno (kg/ceppo)	0,63	0,58
Speroni (n°/ceppo)	8	16
Gemme franche (n°/ceppo)	16	32

#### 2.2.1.1.4 Valutazione tecnico-economica delle linee di intervento.

La valutazione economica delle due linee di gestione manuale e meccanica, così come previsto dal progetto, è stata svolta in tutte le quattro aziende e per tutte le operazioni prese in considerazione: potatura, cimatura, pettinatura e vendemmia.

L'obiettivo è stato valutare la possibile convenienza all'acquisto Aziendale dei cantieri di meccanizzazione rispetto alla pratica manuale.

Considerando i parametri operativi prima esposti e utilizzando gli elementi economici rilevati sono stati calcolati i costi delle operazioni svolte in ciascuna Azienda ipotizzando livelli crescenti d'impiego annuale dei cantieri corrispondenti ad aumenti della superficie vitata. Questi valori sono stati confrontati con il costo richiesto dagli stessi interventi eseguiti manualmente e da quello richiesto dal servizio di noleggio del contoterzista. Questo ha permesso di determinare le "superfici minime di convenienza" del vigneto oltre le quali risulta vantaggioso l'acquisto Aziendale delle macchine. Il confronto con l'intervento manuale è stato effettuato anche ipotizzando differenti valori del costo

orario della manodopera (12,9 e 6 €/h), al fine di fornire indicazioni utili a diversi modelli di conduzione Aziendale.

#### Potatura invernale

Gli elementi economici utilizzati per le quattro aziende sono riportati nelle **Tabella 3.1.25** e **Tabella 3.1.26**.

**Tabella 3.1.25. Valore a nuovo delle macchine.**

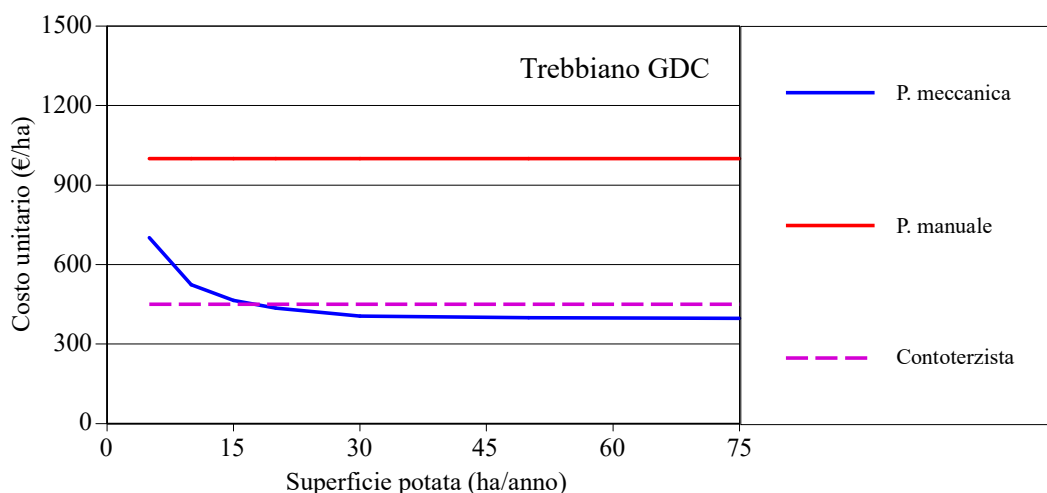
<div style="text-align: center;">AZIENDE</div> <div style="text-align: left;">CANTIERE DI LAVORO</div>	Potatrice a lame monolaterale e carro	Potatrice a dischi contrapposti	Potatrice a lame monolaterale e carro	Potatrice a dischi contrapposti e carro
Valore a nuovo della potatrice (€) – VA	12.000	15.000	12.000	15.000
Valore a nuovo del carro (€) – VA	6.000	-	6.000	6.000

**Tabella 3.1.26. Parametri economici utilizzati per il calcolo del costo di potatura**

Valore residuo – VR	10% VA
Durata fisica – N	2.000 h
Anni di utilizzo – n	N/h anno (max. 12)
Ammortamento (€/anno)	(VA-VR) /n
Interessi (€/anno)	2,5%
Spese varie (€/anno)	1,0% VA
Riparazione e manutenzione (€/h)	60% VA/N
Trattore con conducente (€/h)	33
Salario operai (€/h)	12
Potatori su carro	2

Per la potatura della **Doppia Cortina** l'analisi economica mostra valori unitari decrescenti che si allontanano facilmente, a partire da pochi ettari di superficie vitata, dal costo dell'intervento manuale (1000 €/ha) calcolato considerando la tariffa oraria di 12 €/ha (**Figura 3.1.1**). In queste condizioni la superficie minima oltre la quale è conveniente l'acquisto delle macchine utilizzate risulta pari a 2,7 ha. Stimando invece un costo della manodopera inferiore (9 e 6 €/ha) la superficie minima di convenienza sale a 4,4 e 11,5 ha (**Tabella 3.1.27**).

Nei confronti del servizio di noleggio si può individuare una soglia di convenienza all'acquisto superiore ai 15 ha (**Figura 3.1.1**).

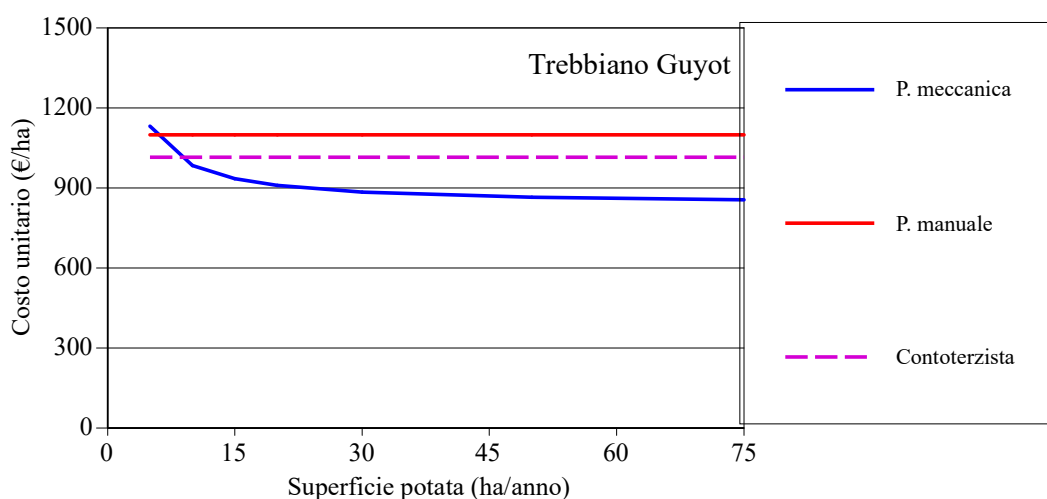


**Figura 3.1.1. Andamento del costo della potatura del GDC al variare della superficie vitata.**

**Tabella 3.1.27. Superfici minime di convenienza per la meccanizzazione della potatura nel GDC relativi a tre livelli del costo della manodopera.**

Costo manodopera (€/h)	6	9	12
Superficie minima per la convenienza all'acquisto (ha)	11,5	4,4	2,7

Nel **Guyot** la meccanizzazione solo parziale ha ridotto la differenza fra l'intervento meccanico e quello manuale (**Figura 3.1.2**). Con la tariffa piena della manodopera (12 €/h) la convenienza economica all'acquisto della potatrice si ottiene con superfici superiori a 5,6 ha, mentre con tariffe ridimensionate a 9 e 6 €/h servono più di 8 e 16 ha (**Figura 3.1.2, Tabella 3.1.28**).

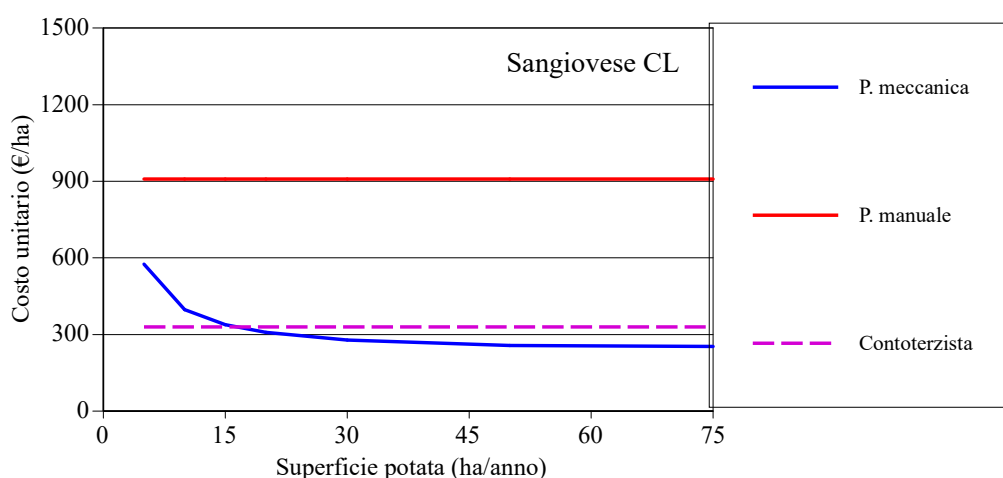


**Figura 3.1.2. Andamenti del costo della potatura nel Guyot al variare della superficie vitata utilizzando tecniche differenti.**

**Tabella 3.1.28. Superfici minime di convenienza per la meccanizzazione della potatura nel Guyot relativi a tre livelli del costo della manodopera.**

<b>Costo manodopera (€/h)</b>	6	9	12
<b>Superficie minima per la convenienza all'acquisto (ha)</b>	15,5	8,2	5,6

I costi di esecuzione minori sono stati rilevati nel **Cordone libero**, sia per l'intervento meccanico sia per quello manuale (**Figura 3.1.3**). In questo caso le soglie di convenienza per la meccanizzazione Aziendale si riscontrano tra i 2 e i 6 ha nei confronti dell'intervento manuale, mentre nei confronti del servizio di noleggio si raggiunge dopo i 16 ha (**Tabella 3.1.29**).

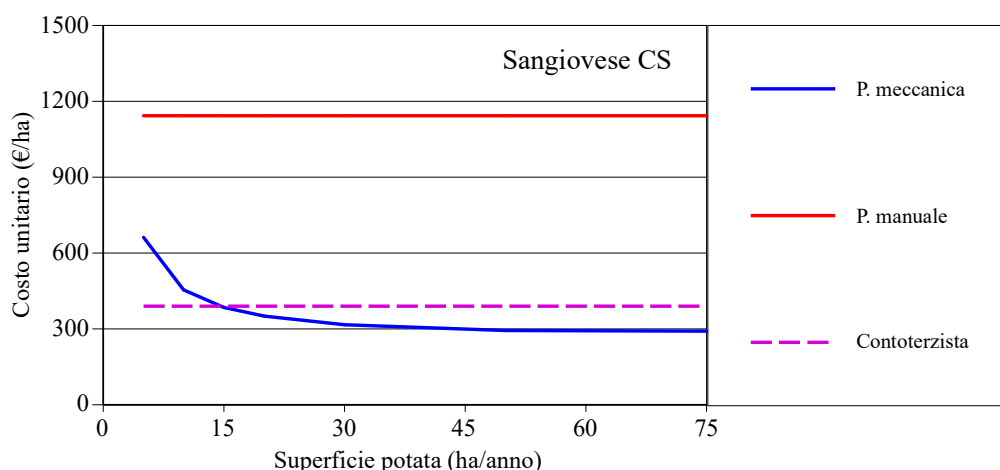


**Figura 3.1.3. Andamenti del costo della potatura nel Cordone libero al variare della superficie vitata utilizzando tecniche differenti.**

**Tabella 3.1.29. Superfici minime di convenienza per la meccanizzazione della potatura nel Cordone libero relativi a tre livelli del costo della manodopera.**

<b>Costo manodopera (€/h)</b>	6	9	12
<b>Superficie minima per la convenienza all'acquisto (ha)</b>	5,5	3	2,1

Anche nel **Cordone speronato** la meccanizzazione Aziendale permette vantaggi evidenti anche su superfici vitate modeste; bastano infatti 2-6 ha di vigneto per competere economicamente con la realizzazione manuale della potatura e una quindicina di ettari per competere con il noleggio esterno (**Figura 3.1.4; Tabella 3.1.30**).



**Figura 3.1.4. Andamenti del costo della potatura nel Cordone speronato al variare della superficie vitata utilizzando tecniche differenti.**

**Tabella 3.1.30. Superfici minime di convenienza per la meccanizzazione della potatura nel Cordone speronato relativi a tre livelli del costo della manodopera.**

<b>Costo manodopera (€/h)</b>	6	9	12
<b>Superficie minima (ha)</b>	5,4	2,9	2

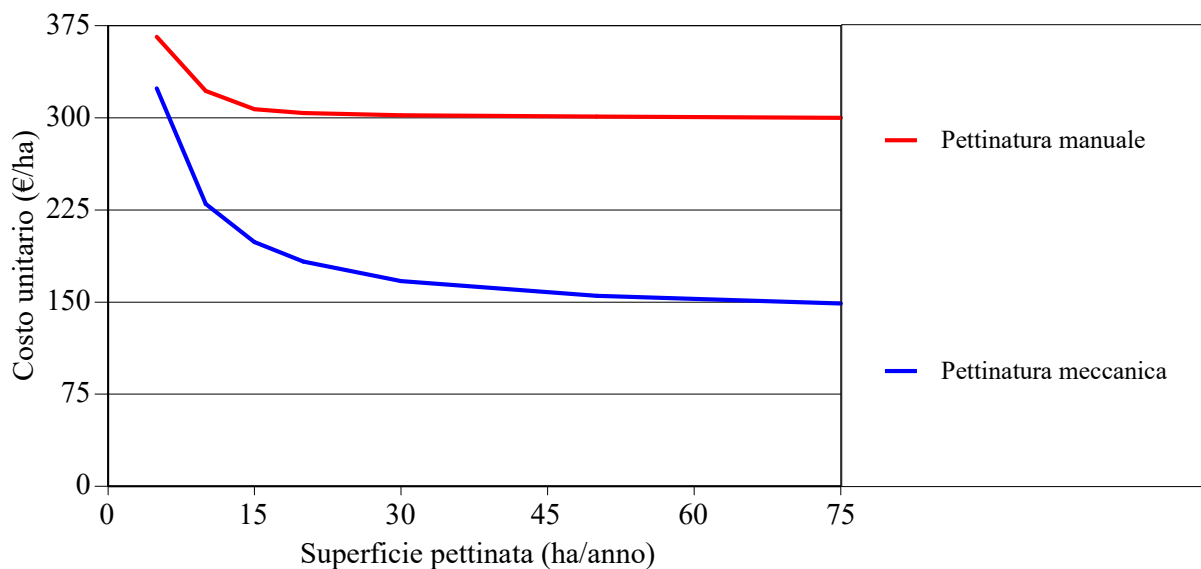
### Pettinatura doppia cortina

I parametri economici per questo intervento nel GDC sono riportati in **Tabella 3.1.31**.

**Tabella 3.1.31. Parametri economici relativi alla pettinatura meccanica e a quella agevolata.**

<b>Valore a nuovo (€) – VA</b>	
<b>Pettinatrice</b>	<b>9.500</b>
<b>Piattaforma semovente</b>	<b>4.500</b>
<b>Valore residuo – VR</b>	<b>10% VA</b>
<b>Durata fisica – N</b>	<b>2.000 h</b>
<b>Anni di utilizzo – n</b>	<b>N/h anno (max. 12)</b>
<b>Ammortamento (€/anno)</b>	<b>(VA-VR) /n</b>
<b>Interessi (€/anno)</b>	<b>2,5%</b>
<b>Spese varie (€/anno)</b>	<b>1,0% VA</b>
<b>Riparazione e manutenzione (€/h)</b>	<b>60% VA/N</b>
<b>Trattore con conducente (€/h)</b>	<b>33</b>
<b>Operatori su piattaforma</b>	<b>2</b>
<b>Interventi accessori pett. Mecc. (h/ha anno)</b>	<b>2,8</b>
<b>Interventi accessori pett. Manuale (h/ha anno)</b>	<b>1,0</b>

Nonostante l'intervento manuale fosse stato eseguito con l'ausilio di una piattaforma mobile si è dimostrato quasi sempre più costoso rispetto a quello realizzato completamente a macchina (**Figura 3.1.5**). Con un costo pieno della manodopera la pettinatura meccanica risulta conveniente rispetto a quella agevolata a partire da superfici di 3,5 ha (**Tabella 3.1.32**).



**Figura 3.1.5. Andamenti del costo della pettinatura meccanica e manuale (agevolata) nel GDC al variare della superficie vitata.**

**Tabella 3.1.32. Pettinatura GDC. Variazione delle superfici minime di convenienza relative alla meccanizzazione al variare del costo della manodopera.**

<b>Costo manodopera (€/h)</b>	6	9	12
<b>Superficie minima (ha)</b>	10,5	5,2	3,5

## Cimatura

I parametri economici utilizzati per la valutazione economica delle cimature sono riportati in **Tabella 3.1.33** e **Tabella 3.1.34**.

**Tabella 3.1.33. Valore a nuovo delle cimatrici e numero di interventi effettuati.**

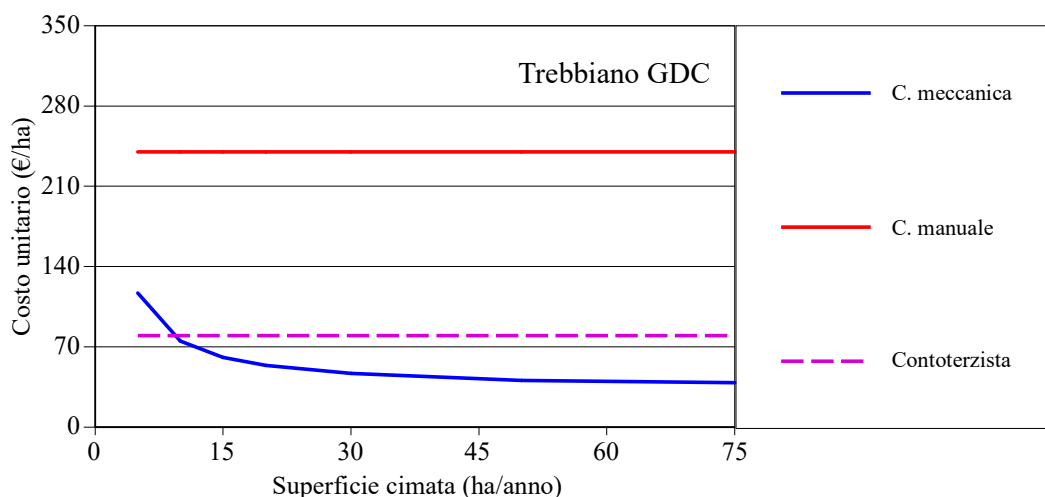
<b>AZIENDE</b>				
<b>CANTIERE DI LAVORO</b>	<b>Cimatrice a barre monolaterale</b>	<b>Cimatrice a barre monolaterale</b>	<b>Cimatrice a coltelli monolaterale</b>	<b>Cimatrice a coltelli bilaterale</b>
<b>Valore a nuovo –VA (€)</b>	8.500	8.500	10.000	13.000
<b>Interventi eseguiti (n./anno)</b>	2	3	3	2

**Tabella 3.1.34. Parametri economici relativi alle cimatrici**

<b>PARAMETRI ECONOMICI</b>	
<b>Valore residuo – VR</b>	10% VA
<b>Durata fisica – N</b>	2.000 h
<b>Anni di utilizzo – n</b>	N/h anno (max. 12)
<b>Ammortamento (€/anno)</b>	(VA-VR) /n
<b>Interessi (€/anno)</b>	2,5%
<b>Spese varie (€/anno)</b>	1,0% VA
<b>Riparazione e manutenzione (€/h)</b>	60% VA/N
<b>Trattore con conducente (€/h)</b>	33
<b>Salario operai (€/h)</b>	12
<b>Tariffa contoterzista (€/ha)</b>	80

La cimatura rappresenta l'intervento in cui la meccanizzazione Aziendale può essere più facilmente introdotta rispetto all'esecuzione manuale. Con un costo della manodopera di 12 €/h la cimatura meccanica si è dimostrata economicamente conveniente su vigneti da 1 a 2,3 ha a seconda delle aziende controllate (**Tabella 3.1.35**, **Tabella 3.1.36**, **Tabella 3.1.37** e **Tabella 3.1.38**). Anche rispetto all'intervento del contoterzista la meccanizzazione Aziendale è economicamente vantaggiosa se utilizzata su vigneti di almeno 7-9 ha (**Figura 3.1.6**, **Figura 3.1.7**, **Figura 3.1.8** e **Figura 3.1.9**).

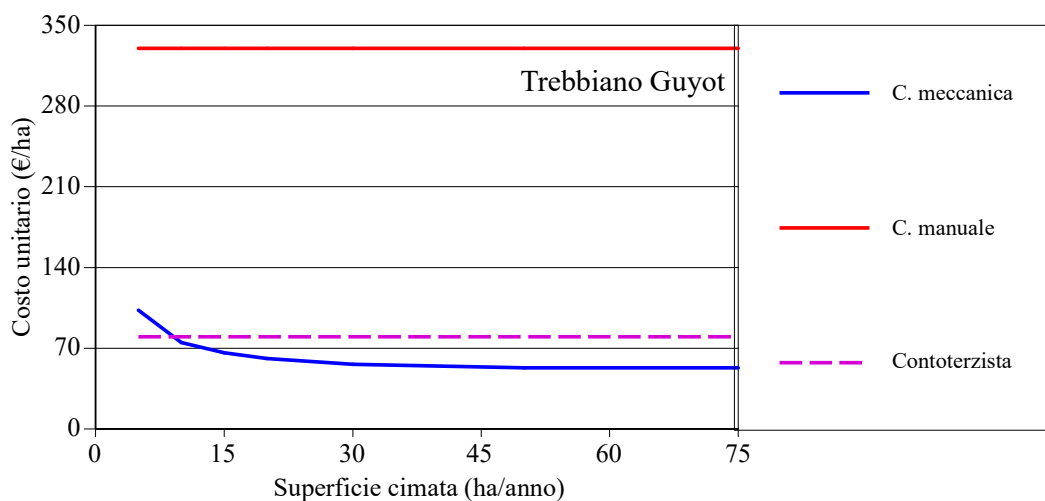




**Figura 3.1.6. Andamenti del costo della cimatura del GDC al variare della superficie vitata utilizzando tecniche differenti.**

**Tabella 3.1.35. Superfici minime di convenienza per la meccanizzazione della cimatura nel GDC relativi a tre livelli del costo della manodopera.**

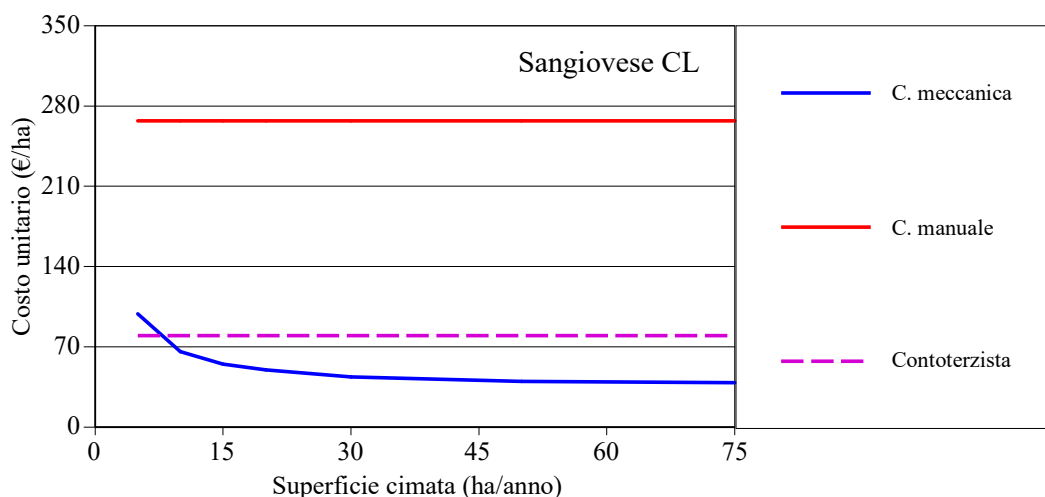
Costo manodopera (€/h)	6	9	12
Superficie minima per la convenienza all'acquisto (ha)	4,8	2,9	2,0



**Figura 3.1.7. Andamenti del costo della cimatura nel Guyot al variare della superficie vitata utilizzando tecniche differenti.**

**Tabella 3.1.36. Superfici minime di convenienza per la meccanizzazione della cimatura nel Guyot relativi a tre livelli del costo della manodopera.**

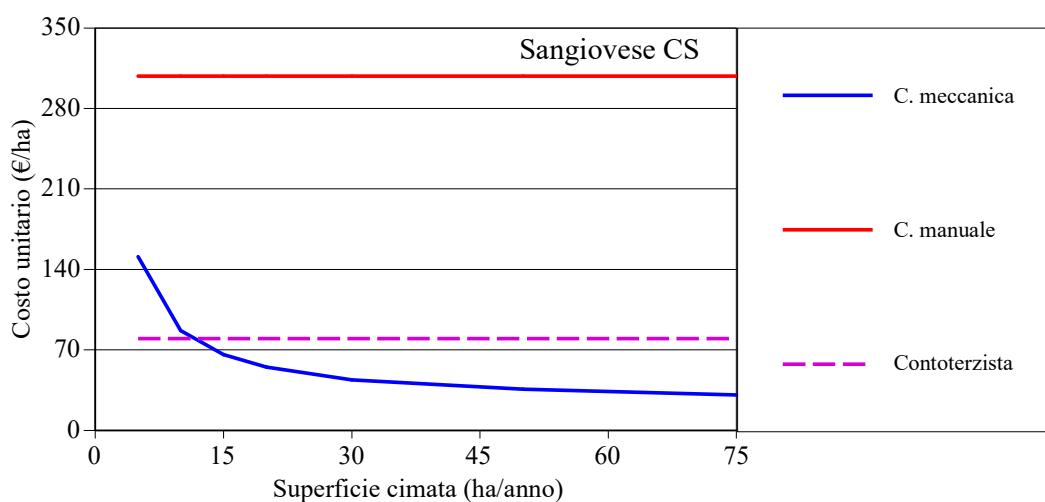
Costo manodopera (€/h)	6	9	12
Superficie minima per la convenienza all'acquisto (ha)	2,4	1,4	1,0



**Figura 3.1.8. Andamenti del costo della potatura nel Cordone libero al variare della superficie vitata utilizzando tecniche differenti.**

**Tabella 3.1.37. Superfici minime di convenienza per la meccanizzazione della cimatura nel Cordone libero relativi a tre livelli del costo della manodopera.**

Costo manodopera (€/h)	6	9	12
Superficie minima (ha)	3,3	2,0	1,4



**Figura 3.1.9. Andamenti del costo della cimatura nel Cordone speronato al variare della superficie vitata utilizzando tecniche differenti.**

**Tabella 3.1.38. Superfici minime di convenienza per la meccanizzazione della cimatura nel Cordone speronato relativi a tre livelli del costo della manodopera.**

Costo manodopera (€/h)	6	9	12
Superficie minima (ha)	4,9	3,1	2,3

## Vendemmia

Gli elementi economici utilizzati nel calcolo del costo di raccolta dell'uva sono riportati nella **Tabella 3.1.39**.

**Tabella 3.1.39. Parametri economici relativi alla vendemmia.**

AZIENDA				
VENDEMMIATRICE	Metal Gei	Volentieri 2000	Pellenc 4560	Braud 9090
Prezzo di listino (€) – VA	140.000	70.000	220.000	240.000
Valore residuo (€) - VR	10% VA	10% VA	10% VA	10% VA
Durata fisica (h)- N	3.500	2.500	3.500	3.500
Anni di utilizzo - n	N/h (max. 15)	N/h (max. 15)	N/h (max. 15)	N/h (max. 15)
Ammortamento (€/anno)	(VA-VR) /n	(VA-VR) /n	(VA-VR) /n	(VA-VR) /n
Interessi (€/anno)	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%
Spese varie (€/anno)	1,0% VA	1,0	1,0	1,0
Riparazione e manutenzione (€/h)	40% VA/N	50% VA/N	40% VA/N	40% VA/N
Potenza (kW)	103	-	118	134
Carico motore (%)	50	-	50	50
Costo combustibile (€/kg)	0,95	-	0,95	0,95
Costo lubrificante (€/kg)	6,00	-	6,00	6,00
Trattore con operatore traino (€/h)	-	33,00	-	-
Salario operaio per raccolta man. (€/h)	12	12	12	12
Produzione unitaria uva (t/ha)	40	25	20	25
Perdite di raccolta meccanica (%)	8	10	8	8
Perdite di raccolta manuale (%)	2	2	2	2
Valore uva (€/t)	270	270	400	400
Tariffa contoterzista (€/ha)	600-900	600-900	600-900	600-900

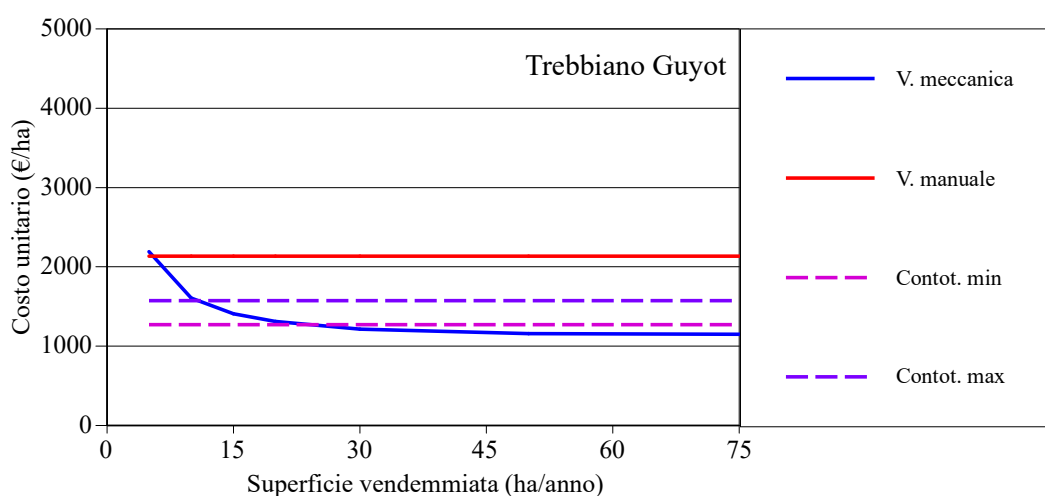
I risultati dell'analisi economica sulle vendemmie meccaniche ha evidenziato una convenienza alla meccanizzazione nettamente superiore nella forma d'allevamento a Guyot, in cui l'impiego della vendemmiatrice Aziendale si dimostra vantaggioso rispetto alla raccolta manuale a partire da poco più 5 ha di vigneto. Questo risultato abbastanza anomalo rispetto a precedenti esperienze risulta influenzato dal basso valore della vendemmiatrice utilizzata che, con opportune modifiche effettuate in Azienda, si è comunque dimostrata abbastanza efficiente nella produttività e nel rispetto delle uve

raccolte. Naturalmente applicando costi orari della manodopera inferiori (9 e 6 €/h) i limiti di convenienza salgono a 9,6 e 50 ha (**Tabella 3.1.40**).

**Tabella 3.1.40. Vendemmia Guyot. Variazione delle superfici minime di convenienza relative alla meccanizzazione al variare del costo della manodopera.**

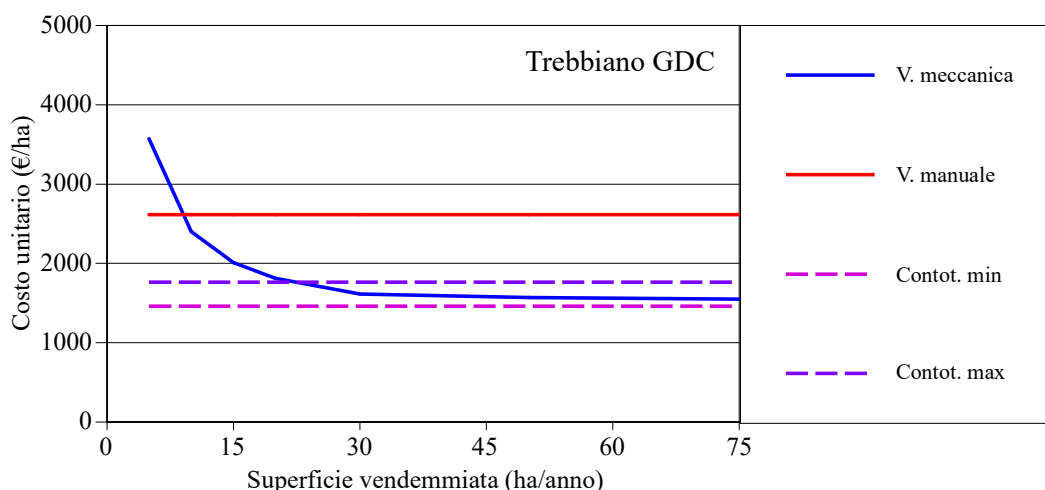
Costo manodopera (€/h)	6	9	12
Superficie minima (ha)	50	9,6	5,3

Nei confronti della raccolta meccanica con contoterzisti, di cui si sono considerati due valori unitari (600 e 900 €/ha) vista la variabilità dei tariffari regionali, la superficie di convenienza si riscontra fra i 12 e i 30 ha (**Figura 3.1.10**).



**Figura 3.1.10. Andamenti del costo della vendemmia del Trebbiano allevato a Guyot al variare della superficie vitata.**

Una facile convenienza alla utilizzazione della vendemmiatrice Aziendale si è trovata anche nella raccolta del Trebbiano allevato a GDC in cui sono sufficienti 10-15 ha per introdurla in molte situazioni Aziendali. Anche nei confronti del noleggio il vantaggio economico si raggiunge facilmente su superfici vitate superiori ai 20 ha (**Figura 3.1.11, Tabella 3.1.41**).

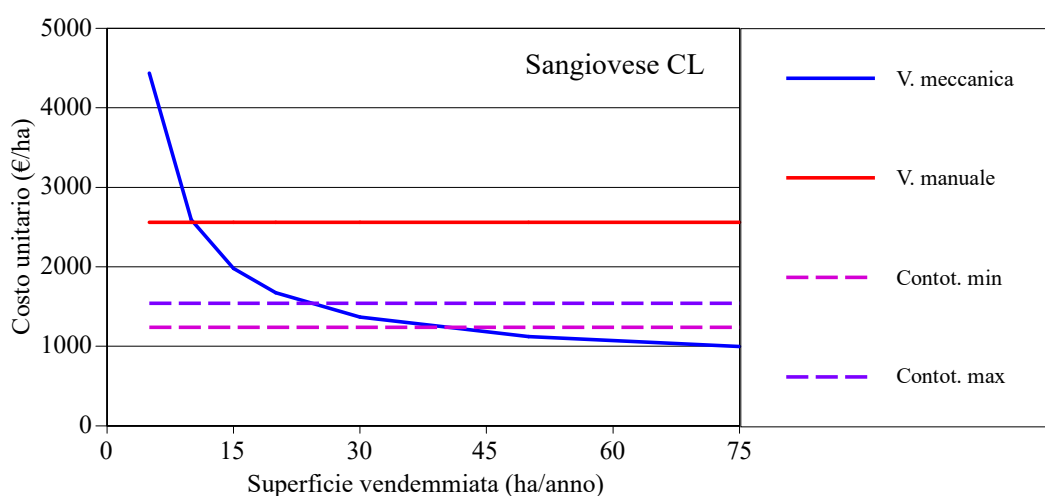


**Figura 3.1.11. Andamenti del costo della vendemmia del Trebbiano allevato a GDC al variare della superficie vitata.**

**Tabella 3.1.41. Vendemmia GDC. Variazione delle superfici minime di convenienza relative alla meccanizzazione al variare del costo della manodopera.**

Costo manodopera (€/h)	6	9	12
Superficie minima (ha)	60	15	8,5

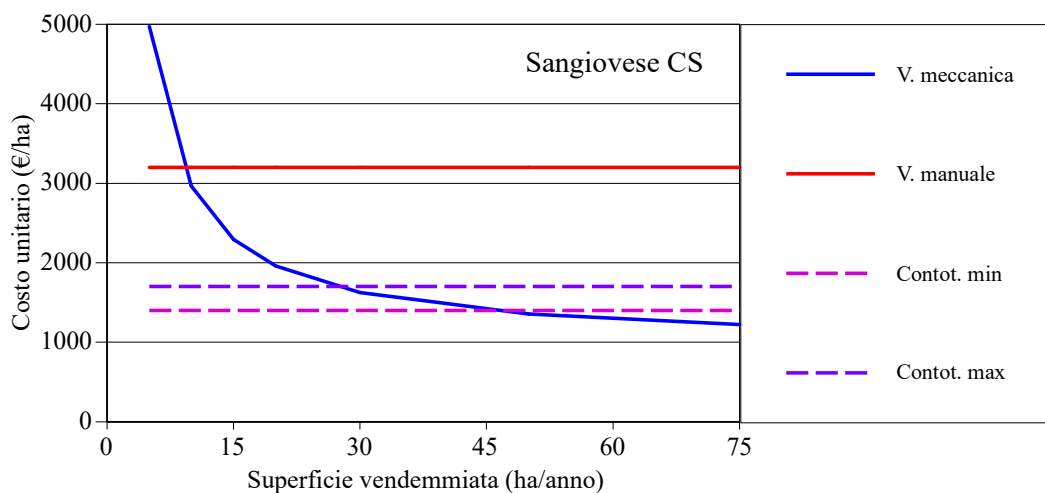
Condizioni leggermente diverse sono state riscontrate per la raccolta del Sangiovese allevato a cordone libero (**Figura 3.1.12, Tabella 3.1.42**) e a cordone speronato (**Figura 3.1.13, Tabella 3.43**). In questi due casi ha influito principalmente il diverso valore delle uve raccolte che ha aumentato la consistenza economica delle perdite di raccolta. In ogni caso per inserire la vendemmiatrice in Azienda risultano sufficienti 10-15 ha per sostituire la raccolta manuale e 25-40 ha per competere con il servizio di noleggio.



**Figura 3.1.12. Andamenti del costo della vendemmia del Sangiovese allevato a cordone libero al variare della superficie vitata.**

**Tabella 3.1.42. Vendemmia Cordone libero. Variazione delle superfici minime di convenienza relative alla meccanizzazione al variare del costo della manodopera.**

<b>Costo manodopera (€/h)</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>12</b>
<b>Superficie minima (ha)</b>	30	15,6	10,2



**Figura 3.1.13. Andamenti del costo della vendemmia del Sangiovese allevato a cordone speronato al variare della superficie vitata.**

**Tabella 3.1.43. Vendemmia Cordone speronato. Variazione delle superfici minime di convenienza relative alla meccanizzazione al variare del costo della manodopera.**

<b>Costo manodopera (€/h)</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>12</b>
<b>Superficie minima (ha)</b>	26,7	13,5	10,2

### **Sotto-azione 3.2**

Sotto-azione 3.2: Applicazione di tecniche a basso impatto ambientale per la gestione meccanizzata del suolo, della concimazione e della difesa e del vigneto.

### **Unità Aziendale responsabile (Uar)**

Per la realizzazione delle attività previste nell'ambito della presente sotto-azione, il CRPV (Uar) si è avvalso anche delle competenze tecniche dei ricercatori di UNIBO e ASTRA e del supporto logistico di CAVIRO. Le unità verranno esplicitate per ogni singola attività.

### **Descrizione attività**

#### **2.2.1.2.1 Obiettivi**

La presente sotto-azione ha inteso verificare e mettere a punto soluzioni innovative per la riduzione dell'impatto ambientale valutando le principali tecniche che consentissero una razionale ed efficiente applicazione dei mezzi tecnici coerentemente ai principi di sostenibilità ambientale, e le principali tecniche finalizzate alla riduzione dell'impiego di agrofarmaci e fertilizzanti nel vigneto nonché alla migliore gestione del suolo.

La sotto-azione 3.2 ha previsto tre prove, i cui obiettivi specifici vengono di seguito riportati:

#### **PROVA 1: Gestione del suolo mediante lavorazioni o inerbimento dell'interfilare.**

L'obiettivo della prova è stato quello di confrontare due diverse modalità di gestione del terreno: la lavorazione totale della superficie e l'inerbimento degli interfilari associato alla lavorazione del filare con frese o erpici interceppo. Queste gestioni del suolo possono essere considerate a basso impatto ambientale in quanto permettono una migliore conservazione delle componenti fisico-chimiche del suolo e non prevedono interventi con diserbanti chimici.

#### **PROVA 2: Concimazione del vigneto con gestione della distribuzione a rateo variabile.**

La conoscenza della eterogeneità all'interno di un appezzamento è la premessa fondamentale per introdurre un approccio diversificato delle pratiche agronomiche VRT (Variable Rate Technology) finalizzato ad aumentare l'efficienza della produzione agricola. Intervenire in maniera differenziata significa valorizzare le specificità che si possono riscontrare all'interno di un vigneto nell'ottica sia di un miglioramento qualitativo delle uve sia della riduzione dell'impiego di input e quindi di tutela ambientale: questo approccio è alla base della viticoltura di precisione (VP).

La distribuzione a rateo variabile dei fertilizzanti è una delle più interessanti applicazioni in VP e può essere realizzata con sistemi meccanici sito-specifici cioè che consentono interventi spazialmente differenziati in funzione delle reali esigenze della coltura. Tali applicazioni, realizzate sulla base di

mappe di prescrizione, necessitano di disporre di informazioni georeferenziate sulla variabilità spaziale delle caratteristiche del vigneto connesse con le esigenze nutrizionali (quindi prevalentemente caratteristiche del suolo e vigore della coltura) al fine di dosare gli elementi nutritivi in funzione delle reali esigenze.

Uno degli strumenti più interessanti per caratterizzare la variabilità del suolo è rappresentato dalla misura della sua conducibilità elettrica che è direttamente correlata a diverse proprietà chimico – fisiche del suolo. In particolare evidenze scientifiche consolidate mettono in relazione tale parametro con la tessitura del suolo (in particolare contenuto in argilla) e con il contenuto di umidità. Per tale motivo rappresenta uno strumento speditivo ed economico per effettuare una prima valutazione della variabilità del suolo dell'intero appezzamento cui far succedere analisi di tipo tradizionale su aree omogenee che permettano di convalidare e caratterizzare l'eterogeneità riscontrata.

La caratterizzazione della variabilità del vigore vegetativo all'interno del campo è un altro aspetto fondamentale per la gestione differenziata degli interventi agronomici. La misura del vigore trova un'importante realizzazione attraverso la misura di Indici Vegetazionali (IV) che si basano sulla misura, rilevata da sensori ottici, del rapporto tra le quantità di luce riflessa dalle piante a diverse e specifiche lunghezze d'onda. Tali indici sono correlati allo stato vegetativo, al contenuto di acqua liquida o di clorofilla presente nella vegetazione. I sensori ottici impiegati possono operare da remoto (telerilevamento satellitare, foto aeree) o a distanza ravvicinata con la vegetazione (sensori prossimali).

Uno dei principali indici impiegati in ambito agricolo è l'NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) che indica il rapporto normalizzato della differenza tra riflettanza nell'infrarosso vicino (NIR) e nel rosso del visibile (RED) (Eq. 1). Tale indice è correlato con lo sviluppo fogliare (Leaf area index - Lai) e con la biomassa verde.

$$NDVI = \frac{(R_{nir} - R_{red})}{(R_{nir} + R_{red})} \quad \text{Eq.1} \quad \text{Eq.1}$$

NIR = riflettanza nell'infrarosso vicino (780-800 nm)

RED = riflettanza nel rosso visibile (670 nm)

Bassi valori di NDVI si verificano in aree con bassa o assente copertura vegetale o dove la vegetazione è senescente o sofferente, mentre, in corrispondenza di forte attività fotosintetica ed elevata presenza di biomassa, si registrano elevati valori.

Diversi sensori prossimali sono stati sviluppati nel corso degli anni molti dei quali sono radiometri



attivi (GreenSeeker, Ntech Industries Inc.; N sensor, Yara; Crop Circle, Holland Scientific; OptRx, AgLeader Technology).

Al fine di verificare e promuovere tali applicazioni di VP nei confronti degli agricoltori, è stata condotta un'attività sperimentale in un vigneto pedecollinare in cui sono state raccolte informazioni per la definizione di aree omogenee sui cui sono state applicate tecniche di gestione sito specifica della fertilizzazione.

### **PROVA 3: Difesa fitosanitaria con macchine a recupero di prodotto.**

L'obiettivo della prova è stato quello di dimostrare, mettendo a confronto il funzionamento di due tipologie di macchine quali un'irroratrice ad aeroconvezione tradizionale e una con sistema di recupero di prodotto, che con l'utilizzo di un'irroratrice a tunnel si ottiene una riduzione importante dei prodotti fitosanitari generalmente distribuiti per la difesa della vite rispetto alla tecnica tradizionale.

#### **2.2.1.2.2 Materiali e metodi**

### **PROVA 1: Gestione del suolo mediante lavorazioni o inerbimento dell'interfilare.**

La prova è stata condotta in un vigneto di Sangiovese allevato a Cordone speronato nella zona pedecollinare di Forlì, presso l'Azienda con sesto d'impianto 3m x 1m. In questo vigneto, su due interfilari l'inerbimento spontaneo è stato gestito tramite regolari sfalci, mentre altri due interfilari sono stati gestiti con lavorazioni superficiali. Sui rispettivi filari sono state scelte le piante in prova e sono state assegnate alle tesi "Inerbimento" e "Lavorazione".

Al fine di valutare le due differenti linee di gestione, per ciascuna tesi sono state valutate le seguenti caratteristiche:

- tempi di lavoro delle operazioni oggetto di studio, quali lavorazioni e sfalci;
- comportamento vegeto-produttivo delle piante;
- aspetti economici delle due linee di gestione del suolo (lavorazione totale e o inerbimento).

### **PROVA 2: Concimazione del vigneto con gestione della distribuzione a rateo variabile.**

Le prove sono state condotte in un vigneto irriguo di Sangiovese allevato a cordone speronato (3m x 1m). Il vigneto, esteso 2 ha e leggermente declive, è situato nelle prime colline forlivesi, in località Grisignano (FC).

La variabilità presente nell'appezzamento è stata definita attraverso il rilievo dei seguenti parametri: conducibilità elettrica apparente del suolo, proprietà chimico fisiche del suolo, misura del vigore vegetativo della chioma.

La misura della conducibilità elettrica apparente (CEa) e del vigore vegetativo sono state effettuate in data 27 giugno e 28 agosto 2019, in collaborazione con la ditta Agrinnovazione del Dott. Misturini, utilizzando un veicolo quad su cui erano installati i sensori prossimali per la misura di tali parametri. Il veicolo era allestito con un sistema di posizionamento costituito da un ricevitore con antenna GNSS integrata e modem interno, modello STONEX® S8 PLUS, e sistema di correzione RTK (Real Time Kinematic) che garantisce una precisione centimetrica. Il ricevitore era installato nella parte anteriore del mezzo e il palmare datalogger in cabina per registrare i dati di posizione e quelli provenienti dal sensore geoelettrico.

#### Misura della conducibilità elettrica del suolo:

La misura della CEa è stata effettuata con il sensore TopSoil Mapper TSM (**Figura 3.2.1**) installato anteriormente al quad ad un'altezza di circa 0,20 m. Lo strumento è un sensore a induzione elettromagnetica (EMI sensor) che misura la capacità del suolo di condurre corrente elettrica. Il sensore produce, grazie a un sistema a multi bobina, un campo elettromagnetico variabile nel tempo che induce una corrente nel suolo che produce a sua volta un campo magnetico secondario. Un ricevitore posto sul TSM permette di misurare i segnali elettrici trasmessi dal terreno caratterizzando così il profilo del suolo fino a una profondità di 0,8 m. Il sensore ha effettuato misure in continuo di conducibilità elettrica eseguite su 4 livelli di profondità (R1, 0-0,25 m; R2 0-0,4 m; R3 0-0,6 m; R4 0-0,8 m) che descrivono le variazioni spaziali del comportamento di ogni strato.



**Figura 3.2.1. Sensore Top Soil Mapper (EMI sensor) per la misura della conducibilità elettrica applicato anteriormente al veicolo quad. A destra ricevitore GNSS e datalogger STONEX.**

### Analisi del suolo

Per caratterizzare il suolo nell'ambito delle zone che presentavano valori omogenei di CEa sono stati effettuati campionamenti per valutare le principali proprietà chimico fisiche con analisi di laboratorio tradizionali. In data 27 agosto 2019 sono stati eseguiti 12 prelievi del suolo (6 per ciascuna area omogenea individuata) a una profondità 0-0,4 m. Ogni campione è stato ottenuto con 4 prelievi equidistanti e in prossimità dei punti individuati. Sono stati valutati i seguenti parametri: tessitura (sabbia, limo, argilla), pH, calcare totale e attivo, azoto totale, sostanza organica, fosforo disponibile, cationi scambiabili (K, Ca, Mg, Na), capacità di scambio cationica (CSC).

### Misura del vigore

Il veicolo quad impiegato per il rilievo della CEa è stato allestito con una coppia di radiometri attivi GreenSeeker (GS - NTech Industries, Inc., Ukiah, CA, USA) sovrapposti e ad un'altezza dal suolo rispettivamente di 1,37 m e di 1,64 m, che ha consentito di intercettare una fascia vegetativa di 0,40 m. I sensori sono dotati di un sistema di illuminazione artificiale delle foglie che permette di effettuare le misure eliminando gli errori indotti dalla luminosità naturale dell'ambiente e calcolano i valori NDVI rapportando la riflettanza misurata nella banda del rosso ( $R_{RED}$ ) e infrarosso ( $R_{NIR}$ ). I dati rilevati erano memorizzati nel palmare datalogger Stonex S4a bordo del veicolo equipaggiato con software dedicato Farmworks Mobile™ (Trimble technologies) per l'acquisizione dei dati (**Figura 3.2.2**).



**Figura 3.2.2. Coppia radiometri attivi Greenseeker utilizzati per le misure di vigore.**

### Elaborazione dei dati

I dati puntuali ottenuti dai rilievi prossimali della conducibilità elettrica e dell'NDVI sono stati analizzati per l'eliminazione dei valori outliers, localizzati, soprattutto, in prossimità dei bordi del campo. I dati relativi ai 4 strati R1, R2, R3, R4 della CEa sono stati interpolati applicando un modello di interpolazione lineare (Distanza Inversa Ponderata, IDW) su una griglia di 1m x 1m con l'applicativo QGIS ottenendo 4 mappe raster della distribuzione della CEa per entrambe le date di rilievo.

La mappa raster continua dei dati di vigore è stata ottenuta interpolando i dati della media dei due sensori sovrapposti per ciascun punto di rilievo. Tenendo conto della minore risoluzione dei dati ottenuti dai sensori NDVI (circa 4.000 dati per sensore) la griglia di interpolazione adottata è stata 2m x 2m. Gli strati raster NDVI e CEa sono stati quindi sovrapposti e intersecati con un reticolo regolare con maglia 2 x 2 m ottenendo un dataset di punti regolari con associati i valori di NDVI e di conducibilità elettrica apparente.

I dati georeferenziati sono stati quindi sottoposti a cluster analisi con l'applicativo SAGA GIS utilizzando il modulo *K-Means Clustering for Grids* per ottenere aree del campo che mostrassero un comportamento omogeneo. I dati ottenuti dagli strati interpolati, dai rilievi fisico chimici del suolo e quelli estratti dalle aree omogenee sono stati analizzati con il software STATISTICA 13 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA).

Sulla base delle aree omogenee così definite è stata quindi redatta una mappa di prescrizione per la fertilizzazione a rateo variabile che è stata eseguita in data 29 ottobre 2019.

### **PROVA 3: Difesa fitosanitaria con macchine a recupero di prodotto.**

La prova è stata svolta in un vigneto di Trebbiano Romagnolo presso l'Azienda \_\_\_\_\_ a Cotignola, avente forma di allevamento a Guyot e sesto d'impianto 2,8 m tra le file e 1,2 m sulla fila.

Per lo svolgimento della prova sono stati effettuati due rilievi in epoche distinte identificate come Rilievo 1: test sperimentale del 3/06/2019; rilievo 2: test sperimentale del 24/07/2019.

Sono state considerate due parcelle non replicate di circa 100 metri, ognuna corrispondente ad una linea di gestione (irroratrice a tunnel e irroratrice ad aeroconvezione tradizionale) su cui si sono valutati:

- differenza dei volumi d'intervento delle due irroratrici e la quantità di prodotto recuperato con l'irroratrice a tunnel;
- efficienza di distribuzione del prodotto sulla parete vegetativa e la perdita di prodotto a terra per stimare la quantità dispersa nell'ambiente;
- tempi di lavoro.

#### Descrizione irroratrici

Per l'irroratrice tradizionale ad aeroconvezione è stata impiegata l'irroratrice della ditta Vulcano modello Georgia 2000A con serbatoio di 2000 l e ventilatore assiale di 90 cm.

Gli ugelli Albuz ATR erano collocati sulla sezione di uscita del flusso d'aria.

Come irroratrice a tunnel con ricircolo d'aria e sistema di intercettazione e recupero del prodotto non depositato sulla vegetazione è stata utilizzata l'irroratrice della ditta Bertoni modello TR a doppio tunnel. La struttura della macchina prevede, per ciascun tunnel, due pannelli in vetroresina RTM contrapposti, ciascuno dei quali supporta un ventilatore assiale. Il sistema di erogazione è costituito da due serie di ugelli Albuz ATR 80 marroni collocati su barre verticali, in corrispondenza del fronte di uscita dell'aria generata dal ventilatore. Il serbatoio aveva una capacità di 1500 litri.

#### Stima della superficie fogliare

Al fine di valutare la distribuzione sulla chioma del prodotto fitosanitario, il grado di copertura delle macchine e adeguare le condizioni operative delle stesse alla massa vegetativa, è stato necessario risalire al LAI (Leaf Area Index).

In occasione dei due rilievi, effettuati in due periodi diversi della fase vegetativa della pianta, sono state quindi misurate le superfici fogliari delle piante. Per ciascun rilievo, su 10 piante prese random lungo i filari in prova, sono stati misurati il numero complessivo di tralci presenti e la loro lunghezza. Da ogni pianta selezionata sono stati prelevati 4 campioni di tralci rappresentativi le quattro lunghezze

maggiormente riscontrate dai quali sono state distaccate le foglie. I campioni fogliari sono stati poi disposti su un piano e fotografati per consentirne una loro analisi utilizzando il software Image-j. Questo software applicato alle immagini fogliari rilevate in campo ha permesso di determinare la superficie fogliare del campione e risalire quindi al Leaf Area Index.

#### Misura dei volumi d'intervento

I valori dei volumi di irrorazione delle due tipologie di macchine, rilevati nel corso dei due rilievi, sono stati misurati sulla base delle Eq. 2 e Eq. 3.

$$q = v \cdot L \cdot D \cdot 600 \cdot n \quad \text{Eq. 2}$$

Dove:

q = portata teorica ugello (L/min)

L = larghezza di lavoro (m) D = dose distribuita (L/ha)

n = numero ugelli

v = velocità di avanzamento (km/h)

Da cui si ricava il volume ettariale erogato (Eq. 3).

$$D = Q \cdot 600 \cdot L \cdot v \quad \text{Eq. 3}$$

Dove:

$$Q = n \cdot q \text{ [L/min]}$$

La miscela antiparassitaria utilizzata nelle due tesi a confronto presentava la stessa concentrazione di formulato. Il volume erogato dai due cantieri è stato calcolato sulla base dell'Eq. 3. Mentre nell'irroratrice tradizionale il volume erogato e il volume effettivamente distribuito coincidono, il sistema a tunnel consente il recupero di parte del prodotto erogato. Per determinare quindi il volume effettivamente distribuito dal cantiere a tunnel sono stati misurati:

- volume effettivamente erogato: calcolato sulla base dell'Eq. 3, rappresenta la totale erogazione dell'irroratrice.
- volume effettivamente distribuito: rappresenta la quantità di liquido effettivamente distribuita sulla chioma con il trattamento, si ottiene dalla differenza tra volume erogato e volume residuo nel serbatoio (al lordo quindi del prodotto recuperato) rapportato all'unità di superficie.

### Rilievo del prodotto intercettato e disperso

Per verificare l'effettiva bagnatura fogliare e la dispersione della miscela fitoiatrica nell'ambiente circostante sono state utilizzate cartine idrosensibili (26 x 76 mm) che hanno la proprietà di virare il proprio colore al blu se bagnate con un liquido.

In ogni data si sono individuati due filari di riferimento, uno per tesi (atomizzatore tradizionale e atomizzatore a doppio tunnel), e due piante all'interno di ciascun filare (una pianta nella zona A e una pianta nella zona B, **Figura 3.2.3**), in corrispondenza delle quali sono stati rilevati sia il prodotto giunto a bersaglio sulla chioma e intercettato dalle cartine, che il prodotto perso a terra.

Per ciascun filare i due atomizzatori hanno effettuato:

- un passaggio singolo, solo su un lato del filare, per valutare la dispersione della miscela fitoiatrica distribuita dalle due macchine nell'ambiente circostante (ZONA A, **Figura 3.2.3**);
- un passaggio completo, ovvero su tutti i filari, simulando un trattamento convenzionale, per valutare l'effettiva bagnatura fogliare e la dispersione della miscela fitoiatrica nel sotto-fila e nei due interfilari adiacenti il filare trattato (ZONA B, **Figura 3.2.3**)

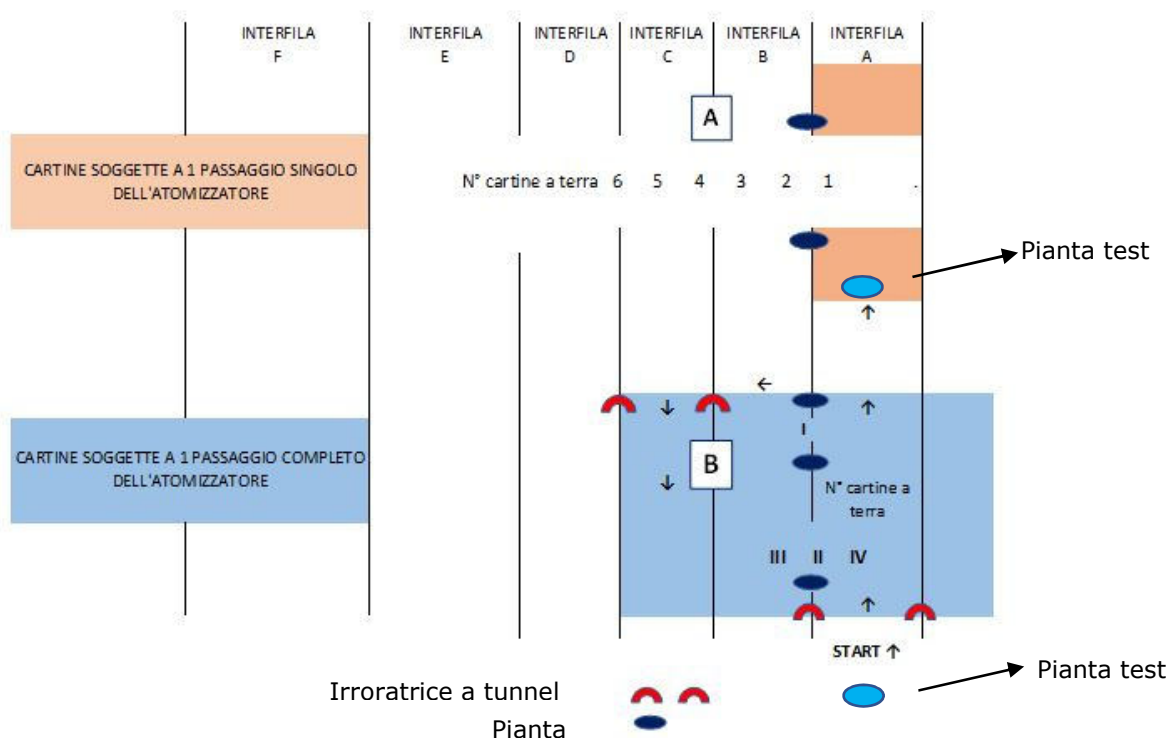
Si è scelto di prendere in considerazione due piante per filare site all'interno della zona denominata A e della zona B al fine di utilizzarne rispettivamente una per i rilievi sul singolo passaggio e l'altra per il passaggio completo.

### Rilievo delle perdite al suolo.

In **Figura 3.2.3** sono riepilogate: la collocazione delle cartine idrosensibili al suolo, la posizione delle piante test e il percorso effettuato dalle macchine.

Per rilevare le perdite al suolo le cartine idrosensibili sono state disposte su tavolette di legno poggiate sul terreno.

Nell'ambito del test che prevedeva un solo passaggio della macchina (zona A) sono state collocate a terra 6 cartine idrosensibili a 1,4 m l'una dall'altra (in corrispondenza degli interfilari e filari adiacenti, per un totale di 3 filari e interfilari) con la prima cartina collocata sotto la pianta test.



**Figura 3.2.3. Layout delle prove di distribuzione in campo.**

Nell'ambito della zona B che prevedeva un passaggio completo della macchina sono state collocate 4 cartine, due sulla fila (una sotto e una davanti alla pianta test) e due sulle rispettive interfila in prossimità della pianta trattata (**Tabella 3.2.1**).

**Tabella 3.2.1. Posizionamento delle cartine sulla fila e nell'interfila.**

Cartina 1	Cartina 2	Cartina 3	Cartina 4	Cartina 5	Cartina 6
Sulla fila 0m	Interfila 1,4m	Sulla fila 2,8m	Interfila 4,2m	Sulla fila 5,6m	Interfila 7m

#### Rilievo della distribuzione sulla chioma.

Per ottenere indicazioni rappresentative della distribuzione sull'intera chioma si è divisa idealmente la pianta in tre fasce: superiore, intermedia e inferiore.

Su ogni fascia sono state applicate 3 coppie di cartine, opportunamente codificate, in corrispondenza della pagina superiore e inferiore della pianta. Le cartine sono state applicate alle foglie tramite un tassello in carta.

In ogni fascia le tre coppie di cartine sono state disposte due esternamente e una internamente alla massa vegetativa.

Le cartine idrosensibili sottoposte ai trattamenti sono state quindi prelevate e lasciate asciugare. Successivamente sono state scansionate con una risoluzione di 600 dpi e le immagini ottenute sono state sottoposte a un procedimento di analisi di immagine utilizzando Image J software.



Il software tramite un procedimento di segmentazione, regolazione del contrasto e pulizia, è in grado di discriminare l'area virata al blu in seguito all'intercettazione del trattamento fogliare dal fondo giallo della cartina; in questo modo per ogni cartina e per ogni fascia è stato possibile determinare la percentuale della superficie che ha intercettato il trattamento.

### **2.2.1.2.3 Risultati e discussione**

#### **PROVA 1: Gestione del suolo mediante lavorazioni o inerbimento dell'interfilare.**

Il terreno del vigneto nel quale è stata svolta la prova viene di norma interamente lavorato, rappresentando la tesi "Lavorazione". Date le finalità del progetto, a questa linea di gestione Aziendale ne è stata affiancata un'altra che ha previsto l'inerbimento spontaneo dell'interfilare associata alla lavorazione del sotto filare (tesi "Inerbimento").

A dicembre 2018 sono stati scelti i due filari su cui impostare le due tesi e, sulle rispettive piante, è stata effettuata la prima potatura invernale manuale, mantenendo un carico uniforme su tutte le viti pari a 8 speroni di 2 gemme franche (16 gemme franche).

A fine marzo 2019, nella tesi "Lavorazione", è stata condotta una prima lavorazione del terreno con un coltivatore alla profondità di circa 20 cm, seguita da un intervento più superficiale (10-15 cm) con un erpice rotante nel mese di maggio.

Nel periodo primaverile-estivo, nella tesi "Inerbimento" sono stati necessari tre sfalci nell'interfilare, realizzati ad un'altezza di circa 5 cm.

In tutti i filari in prova, sotto le file, il terreno è stato gestito con una lama orizzontale interceppo che scalza il terreno alla profondità di 5 cm. Nel corso del 2019 sono stati eseguiti 4 interventi.

Le caratteristiche operative di tutti i cantieri utilizzati sono riportati in **Tabella 3.2.2**.

I tempi di lavoro maggiori sono stati richiesti dalla lavorazione del sottofilare, sia per la necessità di eseguire due passaggi per filare, sia per la limitata velocità di avanzamento richiesta dall'azione scavallante dell'organo di lavoro. Per quanto riguarda invece la gestione dell'interfilare vi è una sostanziale equivalenza fra i tempi complessivi dei due interventi di lavorazione del terreno e quelli necessari ai tre sfalci realizzati nell'inerbimento controllato.

La differente gestione del terreno non ha influito sull'epoca di germogliamento, che è avvenuto in entrambe le tesi il 29-03-2019.

La presenza del cotico erboso probabilmente ha rallentato lo sviluppo dei germogli in quanto nel filare della tesi "Inerbimento" è stata richiesta solamente una cimatura, mentre nel filare della tesi "Lavorazione" sono state eseguite due cimature. Questi interventi sono stati condotti con una cimatrice Pellenc a coltelli doppi.

**Tabella 3.2.2. Parametri operativi relativi agli strumenti utilizzati**

Parametri operativi	Lama orizzontale	Coltivatore	Erpice rotante	Falciatrice
Velocità di avanzamento (km/h)	4,5	3,5	5	6
Distanza interfilare (m)	3	3	3	3
Larghezza di lavoro (m)	1,5	3	3	3
Rendimento d'impiego	0,9	0,9	0,9	0,9
N. di interventi (n/anno)	4	1	1	3
Tempi di lavoro unitari (h/ha)	1,65	1,06	3	3
Tempi di lavoro totali (h/ha)	6,58	1,80		1,85

I rilievi eseguiti alla vendemmia (17/09/2019) hanno mostrato che la lavorazione totale del terreno non ha influito significativamente né sulle componenti della produzione né sulle caratteristiche compositive delle uve (Tabella 3.2.3). L'assenza di differenze tra le due linee di gestione del suolo può essere spiegata dal fatto che l'inerbimento spontaneo non ha coperto uniformemente il terreno e quindi non ha esercitato una competizione idrica e nutrizionale tale da limitare la produttività delle viti in prova, agendo solo sulla velocità di crescita dei germogli.

Il 22/01/2020 è stata effettuata la seconda potatura invernale che ha seguito lo stesso schema dell'anno precedente, lasciando inalterati il numero di speroni e il carico di gemme. In questa occasione è stato rilevato il peso del legno di potatura che non ha mostrato differenze significative tra le due tesi (Tabella 3.2.4).

**Tabella 3.2.3. Risultati produttivi e qualitativi rilevati alla vendemmia nelle viti di Sangiovese allevate a Cordone speronato, sottoposte a due gestioni del suolo.**

Tesi	Grappoli (n°/ceppo)	Prod. (kg/ceppo)	Prod. stimata (t/ha)	Peso medio grappolo (g)	Peso medio acino (g)	Comp. Grapp. (OIV 1-9)	Botrite (%)	Solidi solubili (°Brix)	pH	Acidità tit. (g/L)
Inerbimento	23,9	7,54	25,1	321,6	2,17	8,3	0,5	19,9	3,70	5,91
Lavorazione	24,2	7,95	26,5	328,5	2,25	8,8	0,7	19,6	3,69	5,97

**Tabella 3.2.4. Peso del legno di potatura delle viti di Sangiovese allevate a Cordone speronato, sottoposte a due gestioni del suolo. Inverno 2020.**

Parametro	Lavorato	Inerbito
Legno (kg/ceppo)	0,69	0,63

### **Valutazione economica delle linee di gestione**

La valutazione economica delle due linee di gestione “lavorazione totale” e “inerbimento dell’interfila e lavorazione del sottofila”, così come previsto dal progetto, è stata svolta prendendo in considerazione tutti i mezzi e le operazioni affrontati nella parte tecnico economica: il coltivatore, la lama orizzontale, l’erpice rotante e la falciatrice.

L’obiettivo è stato quello di valutare la convenienza economica nella scelta di una linea di gestione piuttosto che un’altra.

A tal fine si sono indagate, per ciascuna tesi, le voci economiche di spesa e quelle operative per poi condurre n’analisi di convenienza economica (**Tabella 3.2.5**).

Queste informazioni sono state successivamente utilizzate per elaborare un’analisi di convenienza economica.

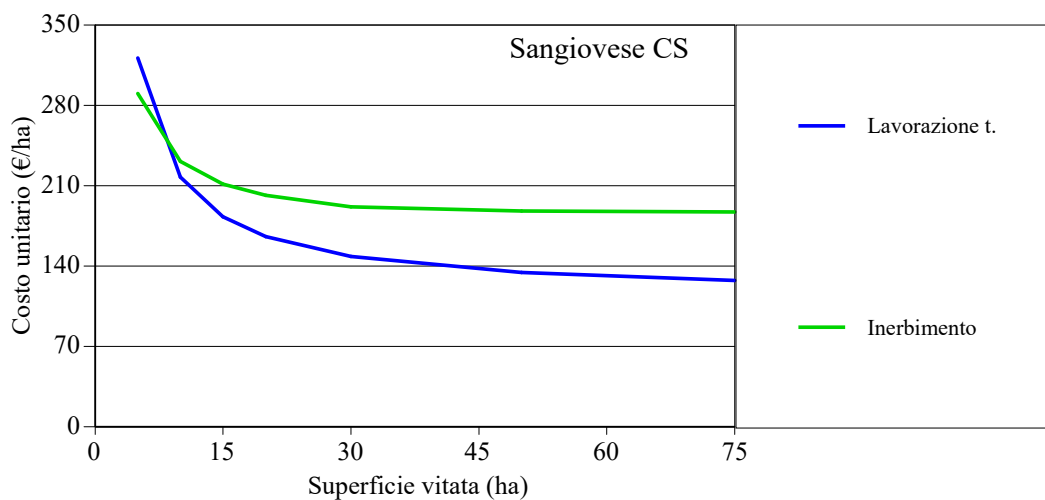
Per la tesi “inerbito” sono stati considerati 4 passaggi con la lama orizzontale per la lavorazione del sottofila e 3 passaggi con la falciatrice. Per la tesi “lavorato” si sono considerati 4 passaggi con la lama orizzontale nel sottofila, 1 passaggio con il coltivatore e 1 con l’erpice rotante.

Dalla **Figura 3.2.4** si può notare come la tesi della lavorazione totale sia risultata più conveniente già a partire da una superficie minima di 5 ha rispetto all’inerbimento dell’interfilare.

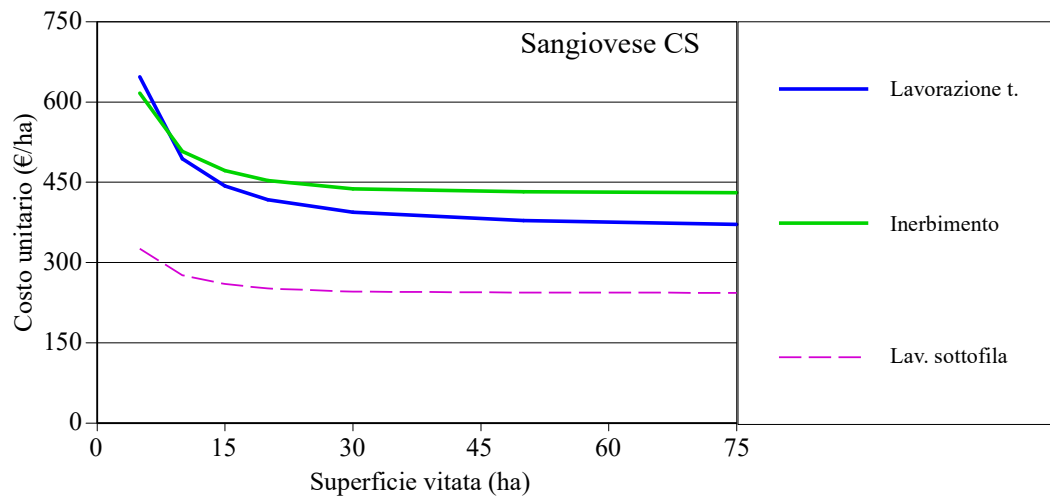
Ai valori riportati va aggiunto il costo della lavorazione del terreno sottofila ottenendo importi annuali complessivi dell’ordine di 400-600 €/ha (**Figura 3.2.5**).

**Tabella 3.2.5. Parametri economici relativi agli strumenti utilizzati**

Parametri economici		Lama orizzontale	Coltivatore	Erpice rotante	Falciatrice
Prezzo di listino (€) – VA		5.000	4.500	6.000	6.000
Valore residuo (€)- VR		10	10	10	10
Durata fisica (h) - N		2000	2000	2000	2000
Anni di utilizzo - n		(max. 12)	(max. 13)	(max. 14)	(max. 15)
Costi fissi	Ammortamento	$(VA-VR) / n$			
	Interessi	2,5	2,5	2,5	2,5
	Spese varie (% VA)	1	1	1	1
Costi variabili	Riparazione e manutenzione (% VA/N)	60	60	60	60
	trattore con conducente (€/h)	33	33	33	33



**Figura 3.2.4. Andamento dei costi di gestione dell'interfilare al variare della superficie vitata.**



**Figura 3.2.5. Andamento del costo della lavorazione sottofila e dei costi totale per la gestione del terreno al variare della superficie vitata.**

## PROVA 2: Concimazione del vigneto con gestione della distribuzione a rateo variabile.

### Conducibilità elettrica

I due rilievi di conducibilità (27 giugno e 28 agosto 2019) hanno prodotto circa 25.000 dati per ognuno dei 4 strati rilevati. L'andamento dei dati nelle due epoche di rilievo era del tutto analogo. In **Tabella 3.2.6** è riportata una sintesi descrittiva dei valori di conducibilità relativi all'intero appezzamento.

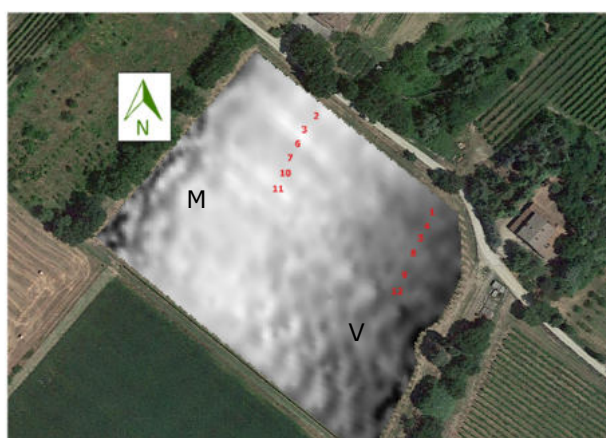
**Tabella 3.2.6. Conducibilità elettrica apparente, statistica descrittiva (rilievo del 27 giugno 2019).**

Profondità (m)	CEa (mS/m)	Media	Mediana	Min	Max	Coef.Var. (%)
0 – 0,25	R1	55,4	59,6	12,1	80,0	26,5
0 – 0,40	R2	78,9	84,5	14,4	114,0	27,3
0 – 0,60	R3	101,0	107,6	18,0	147,4	26,9
0 – 0,80	R4	120,8	128,3	23,9	178,1	26,0

I dati di CEa del suolo nello strato R1 relativi all'intero appezzamento mostrano un valore medio (55 mS/m) coerente con la tipologia di suolo (franco argilloso) e crescente in corrispondenza dell'aumento della profondità del suolo. Non avendo effettuato campionamenti sul profilo del suolo si può ipotizzare che tale incremento sia correlato a una variazione della massa volumica del suolo, o a un aumento della percentuale di argilla satura o di sali disciolti ed elettroliti.

### Analisi suolo

Sulla base dell'analisi della distribuzione dei dati di conducibilità è emersa una netta suddivisione dei valori in due aree distinte una a monte (Zona M) e l'altra a valle (Zona V). All'interno di tali aree sono stati effettuati i prelievi del suolo per le analisi chimico fisiche (**Figura 3.2.6**).



**Figura 3.2.6. Localizzazione dei punti di prelievo dei campioni di suolo. Sullo sfondo mappa di distribuzione dei valori di conducibilità elettrica apparente, interpolata con metodo IDW per celle di 1x1 m su cui emergono aree con diverso comportamento: M, monte; V, valle.**

In **Tabella 3.2.7** sono riepilogati i valori ottenuti dalle analisi di laboratorio dei campioni prelevati. Il suolo è, in entrambe le aree, franco argilloso. Nella zona “M” il terreno è leggermente alcalino, poco calcareo e con dotazione di sostanza organica elevata, il contenuto di azoto è medio-elevato, il potassio elevato. Nella zona a valle “V” il terreno è alcalino, fortemente calcareo con un contenuto in calcare attivo molto elevato e dotazione media in sostanza organica, N e K. Entrambi i suoli, inoltre, presentano un contenuto in fosforo molto elevato, CA elevato e Mg con valori medi. L’analisi statistica dei parametri del suolo evidenzia che si tratta di due zone con caratteristiche diverse in quanto la maggior parte dei parametri sono significativamente diversi, in particolare la zona M evidenzia parametri più favorevoli in termini di potenzialità produttiva (SO, N, pH). Inoltre mentre la zona più fertile (M) ha un contenuto in calcare basso con un calcare attivo non rilevabile la zona V è caratterizzata da un terreno fortemente calcareo (contenuto in calcare dieci volte superiore alla zona M) e presenta valori di calcare attivo molto elevati.

**Tabella 3.2.7. Analisi chimico fisiche del suolo nell’area di campionamento a monte (Zona M) e a valle (Zona V).**

Variabile		media		minimo		massimo		CV (%)	
		M	V	M	V	M	V	M	V
Sabbia	%	29,4	27,7	27,6	24,6	31,2	30,8	6,7	12,3
Limo	%	39,7	a 44,3	b 39,3	43,5	40,1	45,0	1,1	1,9
Argilla	%	30,9	b 28,1	a 29,5	25,7	32,3	30,4	5,0	9,2
pH		8,0	a 8,3	b 7,9		8,0	8,3	0,7	0,7
Conducibilità	mS/cm	0,19	b 0,16	a 0,17	0,15	0,20	0,16	8,9	3,5
Calcare totale	g/kg	2,8	a 29,1	b 2,4	28,7	3,3	29,4	16,2	1,3
Calcare attivo	g/kg	0,0	a 11,0	b 0,0	9,8	0,0	12,1	0,0	11,5
Sost. org.	g/100 g	3,0	b 2,3	a 2,5	2,2	3,4	2,4	17,2	3,8
N tot.	g/100 g	0,22	b 0,18	a 0,19	0,17	0,25	0,18	14,9	3,1
P ass.le	ppm	42,0	37,5	36,0	30,0	48,0	45,0	15,6	21,9
CA sc.le	ppm	3297	b 2901	a 3286	2784	3308	3018	0,4	4,4
Mg sc.le	ppm	201,0	b 146,4	a 195,6	141,6	206,4	151,2	2,9	3,6
K sc.le	ppm	209,2	b 101,7	a 207,2	86,0	211,1	117,3	1,0	16,9
NA	ppm	27,5	27,5	25,2	25,2	29,8	29,8	9,1	9,1
CSC	meq/100 gr	22,8	b 20,5	a 22,5	20,1	23,0	20,9	1,2	2,1
Mg/K		3,1	a 4,8	b 3,1	4,2	3,2	5,4	1,9	13,3

**Lettere diverse indicano differenze significative della media, LSD test ( $P \leq 0.05$ ).**

## NDVI

In entrambi i rilievi e su tutta l'estensione del campo l'indice di vigore rilevato presenta valori elevati e caratterizzati da una limitata variabilità con valori medi superiori nel secondo rilievo di Agosto. I minori valori di NDVI del primo rilievo sono da mettere in relazione al fatto che poco prima del passaggio con il sensore era stata eseguita la cimatura meccanica che aveva sensibilmente ridimensionato la chioma. Nel secondo rilievo, inoltre, era presente una maggiore vegetazione dovuta alla presenza di femminelle (**Tabella 3.2.8; Figura 3.2.7**).

**Tabella 3.2.8. NDVI, statistica descrittiva.**

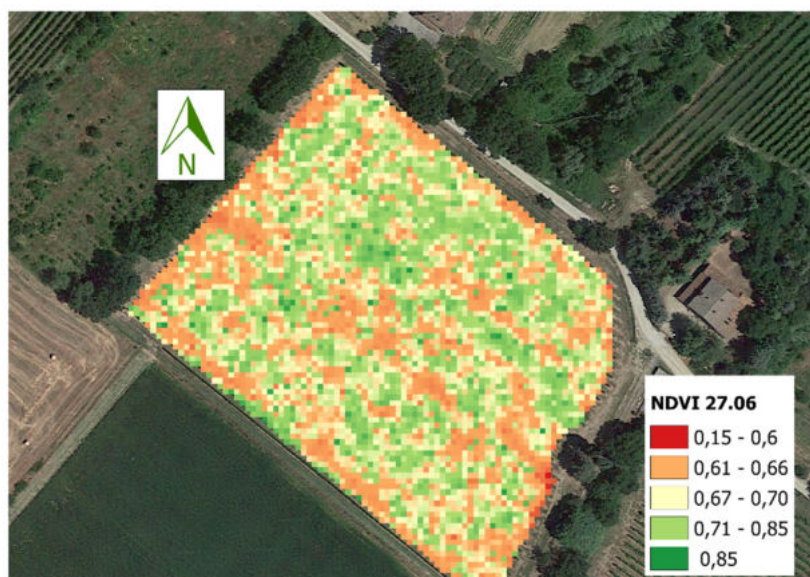
<b>Data</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>Coef.Var.</b>
<b>27/06/2019</b>	0,67	0,67	0,15	0,86	9,4
<b>28/08/2019</b>	0,73	0,74	0,02	0,87	9,8

In particolare, considerando la distribuzione delle classi di valori (**Tabella 3.2.9**) si osserva che l'87% dei valori nel rilievo di Giugno e il 73% nel rilievo di Agosto sono compresi nell'intervallo 0,6-0,8 indicativo di un elevato vigore vegetativo. Da Giugno ad Agosto si registra inoltre un progressivo aumento delle frequenze di superficie caratterizzata da valori appartenenti alle classi più alte di NDVI. Infatti, la percentuale di superficie con NDVI $\approx$ 0,7-0,8 passa dal 35% di giugno al 52% nel rilievo di agosto dove si è registrata anche una quota non trascurabile di superficie (22,6%) con valori molto elevati di vigore NDVI $>$ 0,8.

**Tabella 3.2.9. NDVI, distribuzione per classi nelle due date di rilievo**

<b>Classe NDVI</b>	<b>NDVI giu.</b>	<b>NDVI ago.</b>
<b>&lt;0,5</b>	1,3%	0,8%
<b>0,5-0,6</b>	10,9%	3,3%
<b>0,6-0,7</b>	52,1%	21,8%
<b>0,7-0,8</b>	34,8%	51,6%
<b>&gt;0,8</b>	0,9%	22,6%





**Figura 3.2.7. Mappa di distribuzione dei valori NDVI, interpolata con metodo IDW per celle di 2x2 m, visualizzazione per classi di iso-ampiezza (quantili). Rilievo del 27 giugno 2019.**

#### Aree omogenee

Mentre la clusterizzazione dei dati NDVI non ha consentito di ottenere aree che aggregassero valori di NDVI e CEa significativamente diversi, viceversa le aree omogenee ottenute dalla cluster analisi dei dati relativi ai diversi strati di CEa ha prodotto zone omogenee che raggruppano aree con diverso comportamento di CEa e NDVI. Questo è risultato verificato sia nell'ipotesi di 2 cluster (imposte nel processo di cluster analisi) che di 3 cluster. Per semplicità operativa finalizzata a evitare un'eccessiva parcellizzazione del campo si è deciso di considerare i risultati della cluster analisi ottenuti imponendo due classi (**Figura 3.2.8**).



**Figura 3.2.8. Mappa ottenuta dalla cluster analisi applicata ai valori R1-R4 di CEa.**

Sono così state delimitate due aree:

ZONA omogenea 1, intermedia che si estende per tutta la larghezza del campo e lunga 80-100 m.

ZONA omogenea 2, costituita da una fascia a valle estesa per tutta la larghezza del campo e profonda 60 m e una sottile fascia nella zona a monte estesa 5-11 m;

I risultati del confronto statistico dei valori di CEa NDVI e proprietà del suolo nelle due zone è riepilogato in **Tabella 3.2.10** dove emerge come i parametri considerati siano tutti significativamente diversi. In particolare, la zona intermedia presenta valori di conducibilità e NDVI più elevati indicativi di una maggiore potenzialità produttiva.

**Tabella 3.2.10. Valori di CEa, NDVI e principali parametri chimico fisici del suolo nella aree ottenute con cluster analisi della conducibilità elettrica**

Parametro	UdM	ZONA 1	ZONA 2
R1	mS/m	65,5 b	38,8 a
R2	mS/m	93,6 b	54,5 a
R3	mS/m	119,4 b	70,4 a
R4	mS/m	142 b	85,6 a
NDVI giu		0,67 b	0,65 a
NDVI ago		0,74 b	0,73 a
Limo	%	39,7 a	44,3 b
Argilla	%	30,9 b	28,1 a
Calcere totale		2,8 a	29,1 b
Calcere attivo		0,0 a	11,0 b
CA	ppm	3297 b	2901 a

**Lettere diverse indicano differenze significative della media, LSD test ( $P \leq 0.05$ ).**

#### Distribuzione a rateo variabile

È stata elaborata una mappa di prescrizione basata sulle aree omogenee ottenute dalla cluster analisi che hanno evidenziato la presenza di due aree distinte in relazione alle proprietà del suolo. La mappa di prescrizione prevedeva un'applicazione differenziata di fertilizzante azotato impiegando nitrato ammonico (33%) secondo le seguenti dosi:

ZONA 1: nessuna applicazione

ZONA 2: dose N 40 kg/ha (120 kg/ha Nitrato ammonico 33%).

L'applicazione a rateo variabile è stata realizzata in data 29 Ottobre 2019. Dopo una fase preliminare di allestimento dello spandiconcime KUHN MDS 12.1 con il ricevitore GNSS e taratura del sistema di distribuzione, la mappa è stata caricata sul software del sistema in modo tale che la dose distribuita variasse in funzione della posizione della macchina sulla base delle istruzioni codificate (**Figura 3.2.9**).



**Figura 3.2.9. Applicazione a rateo variabile del fertilizzante tramite spandiconcime Kuhn. A, particolare del ricevitore STONEX con antenna GNSS integrata; B, centralina elettronica di controllo dello spandiconcime; C, macchina in lavoro in campo allestita con deviatori per la localizzazione del fertilizzante a bande in prossimità delle piante.**

### **PROVA 3: Difesa fitosanitaria con macchine a recupero di prodotto.**

La validità di un trattamento fitosanitario può essere riassunto in una adeguata e uniforme copertura del fitofarmaco sulla vegetazione. Di conseguenza la valutazione di un intervento viene sempre riferita alla fase fenologica perché la superficie fogliare rappresenta uno dei parametri fondamentali da considerare per la regolazione delle macchine irroratrici e per la valutazione del risultato ottenuto. Per questa ragione la prova è stata svolta in due differenti epoche che rappresentavano due differenti condizioni di sviluppo fogliare del vigneto.

Il primo rilievo è stato effettuato il 3/06/2019. Alla data della prova è stata misurata una l dei germogli media compresa tra i 50 e i 80 cm. Il LAI misurato era 0,7.

LAI = superficie fogliare media della pianta  $2,3 \text{ m}^2$ /Sesto  $2,8 \times 1,2$ .

Il secondo test in campo è stato effettuato il 24/07/2019. L'allegagione era completa e il grappolo era in fase avanzata di chiusura, i germogli avevano mediamente una lunghezza compresa tra i 120 e i 150 cm.

La pianta in questa fase presentava un LAI pari a 1,8.

LAI= Superficie fogliare media per pianta  $6\text{m}^2$  / Sesto  $2,8 \times 1,2$ .

#### Parametri operativi delle macchine e volumi d'irrorazione

Nel corso del RILIEVO 1 (3/06/2019) l'irroratrice a tunnel ha recuperato il 49% di prodotto rispetto al volume totale erogato. Nel RILIEVO 2 (24/07/2019) la percentuale di prodotto recuperato è stata del 47% (**Tabella 3.2.11**).

Dal confronto del prodotto effettivamente distribuito dalle due tipologie di macchina risulta che, pur erogando per entrambe le irroratrici un volume di distribuzione ottimale per una buona copertura vegetale, la macchina a tunnel ha consentito di distribuire rispettivamente nei due trattamenti il 31% e il 30% del volume erogato con la macchina convenzionale, consentendo quindi di risparmiare il 69% e 70% di miscela fitoiatrica.

**Tabella 3.2.11. Parametri operativi delle macchine rilevati durante le prove.**

Data intervento	Macchina	Tipo di ugello	N° di ugelli	Portata ugelli (l/min)	Pressione (bar)	Velocità (km/h)	Larghezza (m)	Volume erogato (l/ha)	Volume effettivamente distribuito (l/ha)	Recupero (%)
03/06/2019	aeroconvez.	Albuz ATR	6	3,4	10	8	2,8	540	540	
24/07/2019	aeroconvez.	Albuz ATR	10	3,5	12	8,3	2,8	896	896	
03/06/2019	tunnel con recupero	Albuz marrone ATR 80	16	0,6	10	6	2,8	331	170	49
24/07/2019	tunnel con recupero	Albuz marrone ATR 30/60	20	0,7	13	5,5	2,8	506	270	47

Dai dati rilevati emerge che l'erogazione localizzata e l'efficace recupero dall'irroratrice a tunnel consente di realizzare una buona bagnatura con l'impiego di volumi nettamente inferiori rispetto a quelli distribuiti dall'irroratrice tradizionale. Questa situazione, che potrebbe risultare meno efficace per interventi su piante più espansive e vigorose, può essere facilmente corretta aumentando il volume distribuito mediante strategie indirette (riduzione della velocità d'avanzamento o incremento della portata) o, ancora meglio, aumentando la concentrazione del fitofarmaco. Anche nell'ipotesi di un incremento della concentrazione del principio attivo per evitare qualsiasi problema legato ai minori volumi erogati, il risparmio di principio attivo rimane sempre rilevante. Ad esempio l'aumento della concentrazione del 50% del fitofarmaco consentirebbe con i volumi effettivamente distribuiti nelle due prove un risparmio rispettivamente del 53 e del 55%.

Rilievo delle perdite a terra e del deposito fogliare

Nelle **Tabella 3.2.12** e **Tabella 3.2.13** sono riepilogati i valori della percentuale di copertura delle cartine idrosensibili disposte al suolo nel caso delle prove di distribuzione con un solo passaggio delle macchine (zona A, **Figura 3.2.3**). Per entrambi i rilievi (1 e 2) si osserva una progressiva riduzione delle perdite a terra allontanandosi dal punto di applicazione. Per l'irroratrice a tunnel i valori di perdita a terra, soprattutto durante il secondo rilievo, sono estremamente bassi e comunque circoscritti alla zona di applicazione. Viceversa, per l'irroratrice convenzionale i valori, anche se limitati, sono nettamente superiori a quelli della irroratrice schermata, inoltre le perdite dell'irroratrice convenzionale si registrano fino ad una distanza di 7 m durante il primo rilievo e fino a 4,2 m durante il secondo rilievo. Le percentuali e le distanze di perdita a terra nel caso dell'atomizzatore tradizionale

diminuiscono dal primo al secondo rilievo a causa della presenza di una vegetazione più sviluppata (LAI 1,8) che intercetta la soluzione.

**Tabella 3.2.12. Percentuale di superficie colpita dal prodotto distribuito dai due atomizzatori sulle cartine posizionate a terra durante il primo rilievo.**

RILIEVO 1 – 3/06/2019		Irroratrice ad aeroconvezione	Irroratrice a tunnel
ID Cartina	Distanza applicazione (m)	Copertura cartine (%)	
1	0	3,7	19,2
2	1,4	4,6	1,7
3	2,8	3,6	0,0
4	4,2	13,5	0,0
5	5,6	17,3	0,0
6	7	19,5	0,0

**Tabella 3.2.13. Percentuale di superficie colpita dal prodotto distribuito dai due atomizzatori sulle cartine posizionate a terra durante il secondo rilievo.**

RILIEVO 2 - 24/07/2019		Irroratrice aeroconvezione	Irroratrice a tunnel
ID Cartina	Distanza applicazione (m)	Copertura cartine (%)	
1	0	21,3	8,3
2	1,4	19,9	1,5
3	2,8	5,5	8,3
4	4,2	3,9	0,1
5	5,6	0,0	0,0
6	7	0,0	0,0

A seguire (Tabella 3.2.14 e Tabella 3.2.15) sono riportati i valori della percentuale di copertura delle cartine idrosensibili disposte al suolo nel caso delle prove di distribuzione caratterizzate da un passaggio completo delle macchine (zona B, Figura 3.2.3).

**Tabella 3.2.14. Percentuali di superficie colpita dal prodotto distribuito dai due atomizzatori sulle cartine posizionate a terra durante il primo rilievo.**

RILIEVO 1 – 3/06/2019	Irroratrice ad aeroconvezione	Irroratrice a tunnel
ID Cartina	Copertura cartine (%)	
I	33,944	18,92
II	25,29	17,03
III	41,59	7,966
IV	37,2	18,196

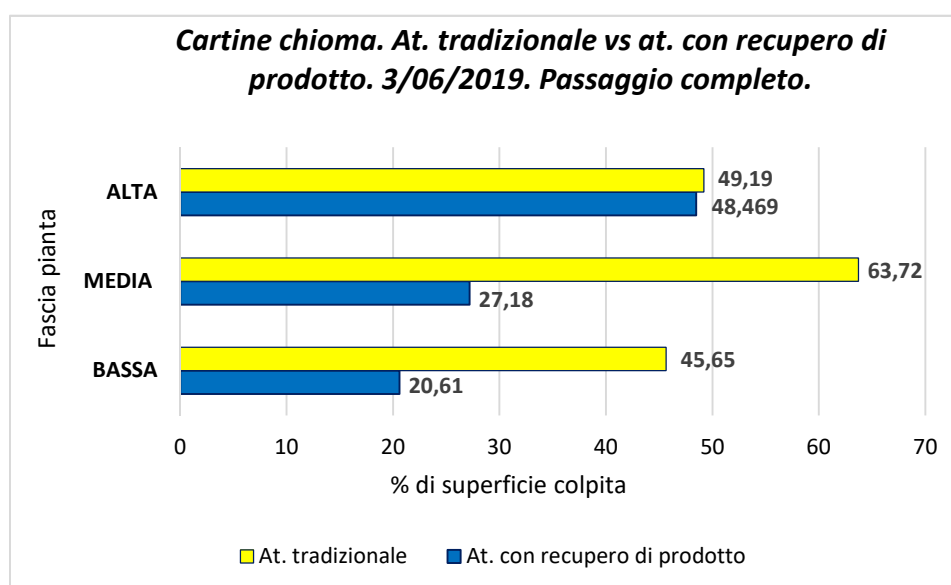
**Tabella 3.2.15. Percentuali di superficie colpita dal prodotto distribuito dai due atomizzatori sulle cartine posizionate a terra durante il secondo rilievo.**

RILIEVO 2 – 24/07/2019	Irroratrice ad aeroconvezione	Irroratrice a tunnel
ID Cartina	Copertura cartine (%)	
I	53,4	14,7
II	52,3	18,5
III	98,0	6,2
IV	99,0	8,3

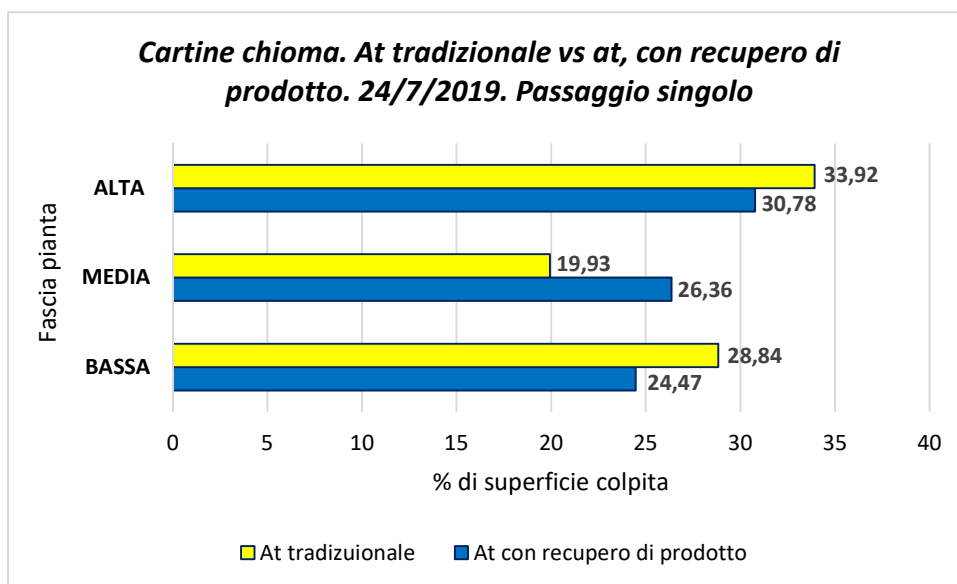
In entrambe le prove emerge che la macchina tradizionale produce consistenti perdite a terra in prossimità della pianta, che risultano nettamente superiori a quelle della irroratrice a recupero. Inoltre, passando dalla prova di giugno a quella di luglio la distribuzione con sistema ad aeroconvezione registra un aumento delle perdite a terra che si ritiene sia da mettere in relazione all'incremento del volume di distribuzione applicato che è passato da 540 l/ha distribuiti nel primo trattamento a 1075 l/ha nella seconda prova. Nel caso della distribuzione con recupero di prodotto, dalla prima alla seconda prova, si registra una riduzione della quantità di prodotto intercettato dalle cartine a terra. Questo diverso comportamento è da ritenersi correlato a un maggiore vigore vegetativo della pianta che ha consentito di incrementare il prodotto intercettato riducendo conseguentemente le perdite a terra.

#### Rilievi del deposito fogliare

Nelle **Figure 3.2.10** e **3.2.11** sono illustrati i depositi rilevati sulle cartine idrosensibili posizionate sulla chioma della pianta nel caso delle prove di distribuzione con un passaggio completo delle macchine che simula un reale trattamento di campo (Zona B).



**Figura 3.2.10. Confronto tra le percentuali di superficie colpita dal prodotto distribuito dai due atomizzatori sulle cartine posizionate sulla chioma.**



**Figura 3.2.11 Confronto tra le percentuali di superficie colpita dal prodotto distribuito dai due atomizzatori sulle cartine posizionate sulla chioma.**

#### 2.2.1.2.4 Conclusioni

##### **PROVA 1: Gestione del suolo mediante lavorazioni o inerbimento dell'interfilare.**

La differente gestione del terreno non ha influito sull'epoca di germogliamento, che è avvenuto in entrambe le tesi in data 29 Marzo 2019. La presenza del cotico erboso ha probabilmente rallentato lo sviluppo dei germogli in quanto nel filare della tesi "Inerbimento" è stata richiesta solamente una cimatura, mentre nel filare della tesi "Lavorazione" sono state eseguite due cimature.

I rilievi eseguiti alla vendemmia hanno mostrato che la lavorazione totale del terreno non ha influito significativamente né sulle componenti della produzione né sulle caratteristiche compositive delle uve. L'assenza di differenze importanti nel comportamento delle viti tra le due linee di gestione del suolo può essere spiegata dal fatto che l'inerbimento spontaneo non ha coperto uniformemente il terreno e quindi non ha esercitato una competizione idrica e nutrizionale tale da limitare la produttività delle viti in prova, ma ha indotto solamente un leggero contenimento della vigoria.

La valutazione economica delle due linee di gestione "lavorazione totale" e "inerbimento dell'interfila e lavorazione del sottofila", così come previsto dal progetto, è stata svolta prendendo in considerazione tutti i mezzi e le operazioni affrontati nella parte tecnico economica: il coltivatore, la lama orizzontale, l'erpice rotante e la falciatrice.

Per la tesi "inerbito" sono stati considerati 4 passaggi con la lama orizzontale per la lavorazione del sottofila e 3 passaggi con la falciatrice. Per la tesi "lavorato" si sono considerati 4 passaggi con la



lama orizzontale nel sottofila, 1 passaggio con il coltivatore e 1 con l'erpice rotante.

Dall'analisi dei risultati emerge come la tesi che ha previsto la lavorazione totale sia risultata economicamente più conveniente a partire da una superficie minima di 5 ha rispetto all'inerbimento dell'interfilare, ma questo dipende soprattutto dal maggior numero di interventi di sfalcio rispetto a quelli di lavorazione. Bisogna peraltro considerare che nell'azienda osservata è stato mantenuto un prato spontaneo, caratterizzato da essenze con elevata capacità di crescita, che ha perciò richiesto numerosi interventi. Si rimarcano tuttavia gli aspetti positivi dell'inerbimento legati alla possibilità dell'entrata tempestiva dei mezzi per gli interventi agronomici (es. cimature, defogliazioni, difesa) e alla migliore conservazione della fertilità del suolo.

### **PROVA 2: Concimazione del vigneto con gestione della distribuzione a rateo variabile.**

Pur nei limiti di una sperimentazione caratterizzata da un solo anno di prove, l'impiego del sensore a induzione elettromagnetica ha dimostrato una potenziale efficacia nel rilevare alcune caratteristiche del suolo che possono essere messe in relazione con variabili di interesse agronomico.

L'impiego del sensore prossimale presenta il grande vantaggio di consentire misure speditive (fino a 50 – 60 ettari al giorno) con elevata risoluzione alle quali possono essere successivamente aggiunte analisi più di dettaglio che permettano di convalidare e caratterizzare l'eterogeneità riscontrata.

Nel caso specifico, la mappatura con sensore EMI ha consentito l'individuazione di due distinte zone del suolo una delle quali con potenziali problemi di clorosi che potrebbero essere gestiti in maniera differenziata.

Sicuramente l'approccio più interessante e rigoroso prevede l'adozione di misure con più sensori (acquisizione di dati del suolo e della chioma ripetuti nel tempo) indipendentemente dal fatto che le informazioni fornite siano correlate alla resa. Questo permetterebbe di caratterizzare meglio la variabilità di campo e introdurre interventi spazialmente differenziati non solo finalizzati all'incremento delle rese ma anche al miglioramento delle caratteristiche del suolo e alla salvaguardia della sua fertilità con un intervento "intelligente" che consenta di distribuire i fertilizzanti e ammendanti necessari in maniera differenziata limitandone quindi l'impiego.

### **PROVA 3: Difesa fitosanitaria con macchine a recupero di prodotto.**

Nell'ambito della Prova 3 è stato confrontato l'impiego di un'irroratrice ad aeroconvezione tradizionale e di una a tunnel caratterizzata da sistema di recupero di prodotto. L'irroratrice a tunnel ha consentito di ridurre il volumi distribuiti e di recuperare quasi la metà del prodotto erogato e non

depositato sulla vegetazione. Questo consente di intervenire con volumi effettivi più bassi e dosaggi unitari di principi attivi più che dimezzati senza penalizzare il grado di bagnatura.

Questa situazione, che potrebbe risultare meno efficace per interventi su piante più espanse e vigorose, può essere facilmente corretta aumentando il volume distribuito mediante strategie indirette (riduzione della velocità d'avanzamento o incremento della portata) o, ancora meglio, aumentando la concentrazione del fitofarmaco.

Per l'irroratrice a tunnel i valori di perdita a terra sono risultati estremamente bassi e circoscritti alla zona di applicazione. Viceversa, per l'irroratrice convenzionale i valori, seppure limitati, sono apparsi nettamente superiori a quelli della irroratrice schermata. Inoltre, le perdite dell'irroratrice convenzionale sono state registrate fino ad una distanza di 7 m.

### **Sotto-azione 3.3**

Sotto-azione 3.3: Valutazione degli effetti della raccolta meccanica sull'uva e sul vino e messa a punto di protocolli operativi per la gestione/trasporto, dal campo alla cantina, dell'uva raccolta meccanicamente.

### **Unità Aziendale responsabile (Uar)**

Per la realizzazione delle attività previste nell'ambito della presente sotto-azione, il CRPV (Uar) si è avvalso anche delle competenze tecniche dei ricercatori di UNIBO e ASTRA e del supporto logistico di CAVIRO. Le unità verranno esplicitate per ogni singola attività.

### **Descrizione attività**

#### **2.2.1.3.1 Obiettivi**

La presente sotto-azione aveva come obiettivi quelli di:

- verificare l'effetto della raccolta meccanica delle uve sulle caratteristiche qualitativo-sensoriali e sulle principali proprietà chimiche del vino, rispetto al prodotto ottenuto da uve raccolte manualmente;
- valutare l'efficacia dei sistemi per la gestione/trasporto, dal campo alla cantina, dell'uva raccolta meccanicamente al fine di ridurre i fenomeni negativi sulla qualità del prodotto legati alla vendemmia meccanica come l'ossidazione e la macerazione.

Sulla base dei risultati ottenuti si volevano inoltre definire dei protocolli operativi per l'utilizzo efficiente delle macchine vendemmiatrici, dei carri di trasporto delle uve, dal vigneto alla cantina e dei parametri enologici utili per la più idonea destinazione del prodotto raccolto.

I due obiettivi sono stati sviluppati in due prove distinte in particolare:

- **PROVA 1** - Valutazione degli effetti della raccolta meccanica sull'uva e sul vino.
- **PROVA 2** - Messa a punto di protocolli operativi per la gestione/trasporto, dal campo alla cantina, dell'uva raccolta meccanicamente.

### 2.2.1.3.2 Materiali e metodi

Nella **PROVA 1** si sono valutati e confrontati da un punto di vista sia chimico che sensoriale i prodotti ottenuti da uve vendemmiate meccanicamente con quelli ottenuti da uve raccolte a mano.

A tal fine si sono individuati 4 vigneti due di Trebbiano Romagnolo e due di Sangiovese:

- Azienda \_\_\_\_\_ a Cotignola, avente forma di allevamento a Guyot e sesto d'impianto 2,8 m tra le file e 1,2 m sulla fila;
- Azienda \_\_\_\_\_ a Castel Bolognese, avente come forma di allevamento la Doppia Cortina e sesto d'impianto di 4 m tra le file x 1 m sulla fila.
- Azienda \_\_\_\_\_ a Sarsina, avente forma di allevamento a Cordone libero e sesto d'impianto 3,2 m tra le file e 1 m sulla fila;
- Azienda \_\_\_\_\_ a Forlì/Predappio, avente come forma di allevamento il Cordone speronato e sesto d'impianto di 3 m tra le file x 1 m sulla fila.

Per operare il confronto, in ciascun vigneto, si è vendemmiato un filare a macchina e uno a mano; si sono quindi identificate le seguenti tesi:

- **TESI A:** Vigneto di Trebbiano Romagnolo allevato a Doppia Cortina, vendemmiato a macchina;
- **TESI B:** Vigneto di Trebbiano Romagnolo allevato a Doppia Cortina, vendemmiato a mano;
- **TESI C:** Vigneto di Trebbiano Romagnolo allevato a Guyot, vendemmiato a macchina;
- **TESI D:** Vigneto di Trebbiano Romagnolo allevato a Guyot, vendemmiato a mano;
- **TESI E:** Vigneto di Sangiovese allevato a Cordone speronato, vendemmiato a macchina;
- **TESI F:** Vigneto di Sangiovese allevato a Cordone speronato, vendemmiato a mano;
- **TESI G:** Vigneto di Sangiovese allevato a Cordone libero, vendemmiato a macchina;
- **TESI H:** Vigneto di Sangiovese allevato a Cordone libero, vendemmiato a mano.

Le uve sono state raccolte nelle due modalità su porzioni adiacenti dello stesso filare. I campioni di circa 150 kg, opportunamente protetti, sono stati subito portati alla sede ASTRA di Tebano per essere microvinificati.

La **PROVA 2** è stata svolta unicamente presso il vigneto di Trebbiano Romagnolo, allevato a Guyot, dell'Azienda \_\_\_\_\_ sita a Cotignola.

Qui le uve vendemmiate con la vendemmiatrice Volentieri 2000 (TESI C della prova 1) sono state gestite mediante differenti strategie di trasporto dal vigneto alla cantina. In particolare, si sono sviluppate le seguenti sotto-tesi:

- **TESI C1:** Gestione e trasporto delle uve con carro tradizionale (Test). Questa tesi non ha previsto alcuna separazione tra mosto e uva così come non è stato effettuato alcun trattamento sulla massa d'uva una volta all'interno del carro;
- **TESI C2:** Gestione e trasporto delle uve, addizionate di SO<sub>2</sub>, con carro tradizionale;
- **TESI C3:** Gestione e trasporto con carro dotato di sistema di separazione e trattamento differenziato della frazione liquida, protetta mediante sistema di inertizzazione. Il mosto raccolto e isolato nel serbatoio è stato trattato con 1 kg/q di ghiaccio secco per stabilizzare la temperatura. Per ogni tesi sono state raccolte da filari adiacenti circa 15 quintali di uva subito trasportata alla cantina di Tebano per la lavorazione.

Il carro modificato utilizzato nella tesi C3 prevede un sistema di raccolta che si basa sulla separazione della componente liquida da quella solida, al fine di poter applicare tecniche enologiche differenziate per le due frazioni già prima dell'arrivo in cantina e consentire inoltre di immettere il mosto direttamente in vasca.

Il carro modificato per applicare il trattamento differenziato ha una tramoggia trapezoidale, è elevabile con un pantografo idraulico e prevede lo scarico mediante una coclea. Al di sotto della tramoggia è collocato un serbatoio chiuso con una capacità pari al 30% della capacità di carico totale. Dopo lo scarico dalla vendemmiatrice il mosto libero viene raccolto per gravità, passando attraverso un sifone, nel serbatoio chiuso. Il serbatoio è provvisto di un misuratore di livello e di vari bocchettoni utili per il lavaggio e l'ispezione.

Il mosto nel nostro caso è stato stabilizzato con pellet di ghiaccio secco (1 kg/100 L di mosto) in grado di svolgere l'inertizzazione e un lieve raffreddamento della frazione liquida separata.

Per tutte le 11 tesi della sotto-azione 3.3 sono state effettuate delle analisi sul mosto, delle microvinificazioni, si è seguito il processo di vinificazione e sono state condotte le analisi sul vino.

In particolare per quanto riguarda le analisi sul mosto queste si sono concentrate sulla caratterizzazione chimico-fisica (zuccheri, pH, acidità totale, polifenoli totali, alcol, acidità volatile e potassio) rispetto alla modalità di raccolta manuale e meccanica e su controlli microbiologici (carica microbica lieviti e batteri) che sono stati effettuati nella fase intercorrente tra la vendemmia e la lavorazione delle uve.

Le micro-vinificazioni, una per tesi per un totale di 11, sono state effettuate su un volume di circa 150 kg di uva.

Il processo di vinificazione delle uve delle diverse tesi è avvenuto in condizioni standardizzate e secondo metodologie verificate e comunemente adottate nell'areale di riferimento del Trebbiano romagnolo e del Sangiovese.

Per tutte le tesi, ad eccezione della TESI C della Prova 2 (vigneto Trebbiano Romagnolo allevato a Guyot, vendemmiato a macchina, per il quale sono state applicate diverse tipologie di gestione e trasporto delle uve, secondo metodologie tradizionali e innovative) il trasferimento delle uve presso la cantina sperimentale di ASTRA è avvenuto in condizioni paragonabili a quanto si verifica nelle normali condizioni operative.

Successivamente all'arrivo in cantina sono state seguite le analisi sul mosto e vino: - caratterizzazione chimico-fisica (alcol, zuccheri, pH, acidità totale, acidità volatile, polifenoli totali, DO, test di maderizzazione, estratto secco totale e non riduttore); - caratterizzazione organolettica (test discriminanti e di preferenza).

### 2.2.1.3.3 Risultati e discussione

#### 2.2.1.3.4

### PROVA 1 - Valutazione degli effetti della raccolta meccanica sull'uva e sul vino

#### Trebbiano allevato a Doppia Cortina (Tesi A e Tesi B)

In **Tabella 3.3.1** sono riportati i valori analitici rilevati nei mosti e nei vini ottenuti da uve Trebbiano, allevato a Doppia Cortina, vendemmiato meccanicamente o manualmente.

I mosti ottenuti dalle diverse Tesi (**Tabella 3.3.1**) sono apparsi abbastanza simili. La tesi vendemmiata manualmente si presentava leggermente meno matura, con concentrazioni di zucchero più basse e acidità più elevata rispetto alla tesi vendemmiata meccanicamente.

**Tabella 3.3.1. Analisi chimica dei mosti e dei vini prodotti da uve Trebbiano, allevato a GDC, vendemmiato meccanicamente o manualmente.**

ANALISI		Trebbiano	
		GDC	GDC
MOSTO		vendemmia meccanica	vendemmia manuale
Alcol effettivo	%vol	0,47	0,47
Zuccheri riduttori	g/L	166	158
Alcol potenziale	%vol	10,43	9,95
pH		3,27	3,14
Acidità totale	g/L	7,85	8,32
Acidità volatile	g/L	0,06	< 0,01
Polifenoli totali	mg/L	127	94
A P A	mg/L	147	86
VINO			
Densità		0,99460	0,99505
Alcol effettivo	vol%	9,57	8,94
Zuccheri	g/L	< 1	< 1
Alcol complessivo	vol%	9,57	8,94
Estratto secco totale	g/L	19,6	18,5
Estratto non riduttore	g/L	19,6	18,5
pH		3,20	3,09
Acidità totale	g/L	6,65	6,82
Acidità volatile	g/L	0,19	0,17
Acido tartarico	g/L	2,01	2,66
Acido malico	g/L	2,97	2,41
Acido lattico	g/L	< 0,1	0,10
Acido citrico	g/L	0,44	0,37
Polifenoli totali	mg/L	226	226
DO 420 nm		0,074	0,055
Test maderizzazione $\Delta$ DO420nm		0,097	0,064
Test maderizzazione $\Delta$ DO420nm		0,023	0,009

Attraverso il controllo microbiologico (**Tabella 3.3.2**) è stato rilevato un inizio di fermentazione, indicato da una lieve concentrazione di alcol e da una non elevata quantità di lieviti. Anche la concentrazione di batteri è risultata abbastanza limitata, con valori minimi di acidità volatile.

**Tabella 3.3.2. Controlli microbiologici (carica microbica lieviti e batteri) effettuati nella fase intercorrente tra la vendemmia e la lavorazione delle uve di Trebbiano, allevato a GDC, vendemmiato meccanicamente o manualmente.**

PARAMETRO	Trebbiano	
	GDC vendemmia meccanica	GDC vendemmia manuale
UFC lieviti/mL	6 x 10 <sup>5</sup>	2 x 10 <sup>5</sup>
UFC batteri totali/mL	1 x 10 <sup>5</sup>	7 x 10 <sup>4</sup>

I vini ottenuti dalle due differenti Tesi (**Tabella 3.3.1**) hanno mostrato una composizione chimica abbastanza simile, seppure con qualche differenza. A conferma di quanto osservato nel mosto, anche nel vino si evince la differenza di maturazione delle uve tra le due Tesi. In particolare, è stato registrato un grado alcolico più basso nel vino prodotto da uve vendemmiate manualmente.

Il vino ottenuto da uve vendemmiate a macchina ha mostrato valori di estratto leggermente più elevati rispetto a quello prodotto da uve raccolte a mano. Inoltre in tale Tesi è stato registrato un colore più intenso e meno stabile, come evidenziato dall'aumento di DO 420nm in maderizzazione.

In relazione alla valutazione sensoriale dei vini (**Tabella 3.3.3**) non sono emerse differenze al test triangolare e non è stata espressa una preferenza significativa per uno dei due vini a confronto.

**Tabella 3.3.3. Test triangolare condotto sui vini prodotti da uve Trebbiano, allevato a GDC, vendemmiato meccanicamente o manualmente.**

Trebbiano GDC	Macchina A --> manuale B
riconoscimenti %	58
risultato	N.S.
preferenza MACCHINA A %	58
preferenza MANUALE B %	42
risultato test preferenza	N.S.

*Il vino ottenuto da uve Trebbiano (allevato a GDC) vendemmiate a macchina e quello prodotto da uve raccolte manualmente sono risultati complessivamente simili a livello di composizione chimica e di caratteristiche sensoriali.*



### Trebbiano allevato a Guyot (TESI C e TESI D)

In **Tabella 3.3.4** sono riportati i valori analitici rilevati nei mosti e nei vini ottenuti da uve Trebbiano, allevato a Guyot, vendemmiato meccanicamente o manualmente.

Dall'analisi dei mosti (**Tabella 3.3.4**) sono emerse alcune differenze tra le tesi a confronto. In particolare, l'uva della tesi vendemmiata manualmente è risultata più matura, con un contenuto in polifenoli totale più elevato rispetto a quella della tesi vendemmiata meccanicamente.

I dati ottenuti dall'analisi microbiologica (**Tabella 3.3.5**) delle due tesi a confronto hanno evidenziato un leggero avvio di fermentazione, attraverso la presenza di alcol, tuttavia senza presenza elevata di lieviti. Anche la concentrazione di batteri è apparsa abbastanza limitata, con minimi valori di acidità volatile.

**Tabella 3.3.4. Analisi chimica dei mosti e dei vini prodotti da uve Trebbiano, allevato a Guyot, vendemmiato meccanicamente o manualmente.**

ANALISI		Trebbiano	
		Guyot	Guyot
MOSTO		vendemmia meccanica	vendemmia manuale
Alcol effettivo	%vol	0,34	0,35
Zuccheri riduttori	g/L	187	199
Alcol potenziale	%vol	11,56	12,29
pH		3,29	3,32
Acidità totale	g/L	8,59	8,14
Acidità volatile	g/L	0,02	0,07
Polifenoli totali	mg/L	81	165
A P A	mg/L	179	176
Potassio	mg/L	1275	1280
VINO			
Densità		0,99345	0,99265
Alcol effettivo	vol%	11,08	11,96
Zuccheri	g/L	< 1	< 1
Alcol complessivo	vol%	11,08	11,96
Estratto secco totale	g/L	21,1	21,3
Estratto non riduttore	g/L	21,1	21,3
pH		3,21	3,21
Acidità totale	g/L	7,24	7,32
Acidità volatile	g/L	0,23	0,22
Acido tartarico	g/L	1,58	1,58
Acido malico	g/L	3,86	3,88
Acido lattico	g/L	0,10	< 0,1
Acido citrico	g/L	0,37	0,36
Polifenoli totali	mg/L	259	278
DO 420 nm		0,090	0,072
Test maderizzazione $\Delta$ DO420nm		0,128	0,079
Test maderizzazione $\Delta$ DO420nm		0,038	0,007

**Tabella 3.3.5. Controlli microbiologici (carica microbica lieviti e batteri) effettuati nella fase intercorrente tra la vendemmia e la lavorazione delle uve di Trebbiano, allevato a Guyot, vendemmiato meccanicamente o manualmente.**

PARAMETRO	Trebbiano Guyot vendemmia meccanica	Trebbiano Guyot vendemmia manuale
UFC lieviti/mL	2 x 10 <sup>5</sup>	4 x 10 <sup>5</sup>
UFC batteri totali/mL	2 x 10 <sup>5</sup>	2 x 10 <sup>5</sup>

Dalla valutazione della composizione chimica dei vini (**Tabella 3.3.4**), si conferma il differente livello di maturazione delle uve delle due tesi a confronto. In particolare, il vino della tesi vendemmiata manualmente ha prodotto una maggiore gradazione alcolica. Il vino della tesi raccolta a macchina ha presentato un colore più intenso e meno stabile, come dimostra l'aumento di DO 420 nm in maderizzazione.

Il vino ottenuto da uve raccolte meccanicamente e quello prodotto da uve vendemmiate manualmente sono risultati significativamente differenti (per  $p=0,05$ ) al test triangolare (**Tabella 3.3.6**). Quando ai giudici è stato richiesto di indicare quale tesi apprezzassero maggiormente tra le due, la preferenza è stata espressa significativamente (per  $p=0,05$ ) per il Trebbiano raccolto manualmente.

**Tabella 3.3.6. Test triangolare condotto sui vini prodotti da uve Trebbiano, allevato a Guyot, vendemmiato meccanicamente o manualmente.**

Trebbiano Guyot	Macchina C --> manuale D
riconoscimenti %	67
risultato	$p=0,05$
preferenza MACCHINA C %	17
preferenza MANUALE D %	83
risultato test preferenza	$p=0,05$

*I vini hanno presentato differenze a livello chimico e sensoriale. In particolare, il Trebbiano (allevato a Guyot) ottenuto da uve raccolte manualmente, relativamente all'annata 2019, ha mostrato una gradazione zuccherina lievemente più elevata, mentre quello prodotto da uve vendemmiate meccanicamente ha presentato un colore più intenso e meno stabile. La presenza di lievi note erbacee all'olfatto nel vino ottenuto da vendemmia meccanica e l'equilibrio gustativo meno accentuato rispetto al vino ottenuto da vendemmia manuale hanno spostato le preferenze dei giudici a favore di quest'ultimo.*

### Sangiovese allevato a Cordone speronato

In **Tabella 3.3.7** sono riportati i valori analitici rilevati nei mosti e nei vini ottenuti da uve Sangiovese, allevato a Cordone speronato, vendemmiato meccanicamente o manualmente.

I mosti hanno presentato una composizione chimica sostanzialmente simile (**Tabella 3.3.7**). Tuttavia, è stato rilevato un contenuto in polifenoli totali più elevato nel mosto ottenuto da uve vendemmiate a macchina.

**Tabella 3.3.7. Analisi chimica dei mosti e dei vini prodotti da uve Sangiovese, allevato a Cordone speronato, vendemmiato meccanicamente o manualmente.**

ANALISI		Sangiovese	Sangiovese
		Cordone speronato vendemmia meccanica	Cordone speronato vendemmia manuale
<b>MOSTO</b>			
Alcol effettivo	%vol	0,34	0,35
Zuccheri riduttori	g/L	187	191
Alcol potenziale	%vol	11,56	11,81
pH		3,54	3,49
Acidità totale	g/L	5,99	5,86
Acidità Volatile	g/L	< 0,01	< 0,01
Polifenoli Totali	mg/L	214	162
A P A	mg/L	164	149
Potassio	mg/L	1221	1142
<b>VINO</b>			
Densità		0,99395	0,99360
Alcol effettivo	vol%	11,35	11,55
Zuccheri	g/L	1,4	1,4
Alcol complessivo	vol%	11,43	11,64
Estratto secco totale	g/L	23,2	23,2
Estratto non riduttore	g/L	21,8	21,8
pH		3,57	3,49
Acidità Totale	g/L	5,12	5,03
Acidità Volatile	g/L	0,25	0,23
Acido Tartarico	g/L	1,77	1,92
Acido Malico	g/L	1,62	1,37
Acido Lattico	g/L	0,42	0,37
Acido Citrico	g/L	0,28	0,29
Polifenoli Totali	mg/L	1244	1343
Antociani	mg/L	112	126
DO 420 nm		0,79	1,07
DO 520 nm		1,01	1,59
Intensità		1,80	2,66
Tonalità		0,78	0,67
Test maderizzazione $\Delta$ DO420nm		0,42	0,52
Test maderizzazione $\Delta$ DO520nm		0,42	0,40
Intensità		2,64	3,58
Tonalità		0,85	0,80

Dall'analisi microbiologica è emerso un leggero avvio di fermentazione, come dimostrato dalla presenza di alcol e di lieviti (**Tabella 3.3.7 e Tabella 3.3.8**). È stata, inoltre, rilevata anche la presenza di batteri, senza che questi abbiano prodotto un innalzamento di acidità volatile.

**Tabella 3.3.8. Controlli microbiologici (carica microbica lieviti e batteri) effettuati nella fase intercorrente tra la vendemmia e la lavorazione delle uve di Sangiovese, allevato a Cordone speronato, vendemmiato meccanicamente o manualmente.**

PARAMETRO	Sangiovese Cordone speronato vendemmia meccanica	Sangiovese Cordone speronato vendemmia manuale
UFC lieviti/mL	2 x 10 <sup>6</sup>	5 x 10 <sup>6</sup>
UFC batteri totali/mL	8 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>

La composizione chimica dei due vini a confronto è apparsa simile (**Tabella 3.3.7**) e caratterizzata da una colorazione non particolarmente accentuata. In particolare, la tesi ottenuta da uve vendemmiate a macchina ha mostrato un colore lievemente meno intenso. Tuttavia, i due vini sono apparsi ugualmente poco stabili, con incremento dell'intensità colorante in maderizzazione.

Per quanto riguarda l'analisi sensoriale (**Tabella 3.3.9**), i due vini sono risultati significativamente differenti (per  $p=0,01$ ) al test triangolare. Inoltre, i giudici hanno preferito significativamente (per  $p=0,05$ ) il Sangiovese ottenuto da vendemmia manuale.

**Tabella 3.3.9. Test triangolare condotto sui vini prodotti da uve Sangiovese, allevato a Cordone speronato, vendemmiato meccanicamente o manualmente.**

Sangiovese Cordone speronato	Macchina E --> Manuale F
riconoscimenti %	75
risultato	<b>p=0,01</b>
preferenza MACCHINA E %	17
preferenza MANUALE F %	83
risultato test preferenza	<b>p=0,05</b>

*I vini Sangiovese ottenuti da uve vendemmiate meccanicamente o raccolte manualmente, limitatamente alla vendemmia 2019, hanno presentato una composizione chimica sostanzialmente simile. Il vino ottenuto da uve raccolte meccanicamente è risultato lievemente penalizzato dal punto di vista del colore. Il vino prodotto da uve raccolte manualmente è stato preferito dai giudici nel test sensoriale, in quanto si presentava con un profumo più intenso e un gusto leggermente più equilibrato.*

### Sangiovese allevato a Cordone libero

In **Tabella 3.3.10** sono riportati i valori analitici rilevati nei vini ottenuti da uve Sangiovese, allevato a Cordone libero, vendemmiato meccanicamente o manualmente.

I mosti hanno presentato concentrazioni sostanzialmente simili (**Tabella 3.3.10**). È stato osservato un livello di maturazione lievemente più avanzato nel Sangiovese raccolto manualmente e un contenuto in polifenoli totali più elevato nel mosto ottenuto da uve vendemmiate a macchina.

**Tabella 3.3.10. Analisi chimica dei mosti e dei vini prodotti da uve Sangiovese, allevato a Cordone libero, vendemmiato meccanicamente o manualmente.**

ANALISI		Sangiovese Cordone libero	
MOSTO		vendemmia meccanica	vendemmia manuale
Alcol effettivo	%vol	0,39	0,38
Zuccheri riduttori	g/L	202	210
Alcol potenziale	%vol	12,12	12,60
pH		3,32	3,41
Acidità Totale	g/L	11,15	7,84
Acidità Volatile	g/L	0,08	0,04
Polifenoli Totali	mg/L	218	139
A P A	mg/L	59	61
Potassio	mg/L	1429	1542
VINO			
Densità		0,99410	0,99350
Alcol effettivo	vol%	11,76	12,35
Zuccheri	g/L	1,7	1,7
Alcol complessivo	vol%	11,86	12,45
Estratto secco totale	g/L	25,0	25,3
Estratto non riduttore	g/L	23,3	23,6
pH		3,62	3,52
Acidità Totale	g/L	5,62	5,97
Acidità Volatile	g/L	0,32	0,32
Acido Tartarico	g/L	1,26	1,17
Acido Malico	g/L	2,44	2,43
Acido Lattico	g/L	0,54	0,49
Acido Citrico	g/L	0,19	0,19
Polifenoli Totali	mg/L	1500	1633
Antociani	mg/L	78	95
DO 420 nm		0,88	0,96
DO 520 nm		0,87	1,14
Intensità		1,75	2,10
Tonalità		1,01	0,85
Test maderizzazione $\Delta$ DO420nm		0,66	0,62
Test maderizzazione $\Delta$ DO520nm		0,37	0,36
Intensità		2,78	3,08
Tonalità		1,240	1,050

È stato rilevato un leggero avvio di fermentazione (**Tabella 3.3.11**), evidenziato dalla limitata presenza di alcol e di lieviti. Anche la concentrazione di batteri è apparsa limitata, con minimi valori di acidità volatile. I risultati nelle due tesi sono sostanzialmente analoghi.

**Tabella 3.3.11. Controlli microbiologici (carica microbica lieviti e batteri) effettuati nella fase intercorrente tra la vendemmia e la lavorazione delle uve di Sangiovese, allevato a Cordone libero, vendemmiato meccanicamente o manualmente.**

PARAMETRO	Sangiovese	Sangiovese
	Cordone libero vendemmia meccanica	Cordone libero vendemmia manuale
UFC lieviti/mL	3 x 10 <sup>4</sup>	2 x 10 <sup>4</sup>
UFC batteri totali/mL	3 x 10 <sup>4</sup>	2 x 10 <sup>4</sup>

I vini hanno presentato una composizione sostanzialmente simile, seppure con alcune differenze.

Le gradazioni alcoliche raggiunte dai due vini (**Tabella 3.3.10**), maggiori nella tesi vendemmiata manualmente, hanno confermato la leggera differenza nel livello di maturazione tra le due tesi, rilevata nei mosti. Il vino ottenuto dalla tesi vendemmiata a macchina ha presentato un colore meno intenso. I due vini sono apparsi ugualmente poco stabili con incremento dell'intensità colorante in maderizzazione.

Al test triangolare (**Tabella 3.3.12**) i due vini sono risultati distinguibili ( $p=0,01$ ). Tuttavia, quando ai giudici è stato chiesto di indicare quale dei due vini preferissero, non è emersa alcuna preferenza significativa tra le due tesi.

**Tabella 3.3.12. Test triangolare condotto sui vini prodotti da uve Sangiovese, allevato a Cordone libero, vendemmiato meccanicamente o manualmente.**

Sangiovese Cordone libero	Macchina G --> manuale H
riconoscimenti %	69
risultato	<b>P=0,01</b>
preferenza MACCHINA G %	54
preferenza MANUALE H %	46
risultato test preferenza	<b>N.S.</b>

*Complessivamente i vini Sangiovese (allevato a Cordone libero) ottenuti da vendemmia meccanica e manuale hanno presentato alcune differenze a livello di composizione chimica e sono apparsi distinguibili dal punto di vista sensoriale. Tuttavia, non sono emersi difetti nell'uno o nell'altro che possano avere inciso sull'espressione di una preferenza in favore di una delle due tesi. In particolare, dal punto di vista sensoriale, il vino ottenuto da uve vendemmiate meccanicamente si presentava con profumo lievemente più intenso e appariva leggermente più rotondo al gusto. Tuttavia, anche il vino prodotto da uve raccolte manualmente ha mostrato un buon equilibrio a livello olfattivo e gustativo.*

## **PROVA 2 - Messa a punto di protocolli operativi per la gestione/trasporto, dal campo alla cantina, dell'uva raccolta meccanicamente.**

### Trebbiano allevato a Guyot

Le uve vendemmiate con la vendemmiatrice Volentieri 2000 (TESI C della **PROVA 1**) sono state gestite mediante differenti strategie di trasporto dal vigneto alla cantina. In particolare, si sono sviluppate le seguenti sotto-tesi:

- **TESI C1:** Gestione e trasporto delle uve con carro tradizionale (Test). Questa tesi non ha previsto alcuna separazione tra mosto e uva così come non è stato effettuato alcun trattamento sulla massa d'uva una volta all'interno del carro;
- **TESI C2:** Gestione e trasporto delle uve, addizionate di SO<sub>2</sub>, con carro tradizionale;
- **TESI C3:** Gestione e trasporto con carro dotato di sistema di separazione e trattamento differenziato della frazione liquida, protetta mediante sistema di inertizzazione. Il mosto raccolto e isolato nel serbatoio è stato trattato con 1 kg/q di ghiaccio secco per stabilizzare la temperatura.

In **Tabella 3.3.13** sono riportati i valori analitici rilevati sul vino da uve Trebbiano in Guyot secondo le diverse modalità di trattamento delle uve.

La composizione dei mosti è risultata sostanzialmente simile tra le diverse tesi. Le uve si presentavano in un buono stato sanitario come si evince dalla limitata presenza alcol e dall'assenza di acidità volatile.

**Tabella 3.3.13. Analisi chimica dei mosti e dei vini ottenuti da differenti modalità di gestione e trasporto dal vigneto alla cantina di uve Trebbiano, raccolte meccanicamente.**

ANALISI	Trebbiano			
	C1	C2	C3	
<b>MOSTO</b>				
Alcol effettivo	%vol	0,33	0,34	0,31
Zuccheri riduttori	g/L	193	190	190
Alcol potenziale	%vol	11,91	11,74	11,71
pH		3,26	3,25	3,26
Acidità Totale	g/L	8,64	7,72	8,23
Acidità Volatile	g/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Polifenoli Totali	mg/L	119	124	130
A P A	mg/L	151	150	151
Potassio	mg/L	1213	1270	1256
<b>VINO</b>				
Densità		0,99190	0,99215	0,99210
Alcol effettivo	vol%	11,98	11,62	11,83
Zuccheri	g/L	1,4	1,4	1,4
Alcol complessivo	vol%	12,06	11,70	11,91
Estratto secco totale	g/L	20,1	19,3	20,1
Estratto non riduttore	g/L	18,7	17,9	18,7
pH		3,29	3,26	3,29
Acidità Totale	g/L	6,37	6,64	6,56
Acidità Volatile	g/L	0,26	0,27	0,27
Acido Tartarico	g/L	1,49	1,50	1,54
Acido Malico	g/L	3,37	3,25	3,55
Acido Lattico	g/L	0,10	0,10	< 0,1
Acido Citrico	g/L	0,39	0,34	0,39
Polifenoli Totali	mg/L	209	224	219
DO 420 nm		0,063	0,051	0,056
Test maderizzazione Δ DO420nm		0,077	0,059	0,066
Test maderizzazione Δ DO420nm		0,014	0,008	0,010

Attraverso il controllo microbiologico (**Tabella 3.3.14**), è stato rilevato, in generale, un leggero avvio di fermentazione come si evince dalla lieve presenza di alcol e di lieviti. È stata, inoltre, riscontrata anche la presenza di batteri senza che, tuttavia, questi abbiano determinato innalzamento di acidità volatile.

**Tabella 3.3.14. Controlli microbiologici (carica microbica lieviti e batteri) effettuati nella fase intercorrente tra la vendemmia e la lavorazione di uve Trebbiano raccolte meccanicamente, gestite e trasportate dal vigneto alla cantina con diverse modalità.**

	Trebbiano		
	C1	C2	C3
UFC lieviti/mL	2 x 10 <sup>6</sup>	2 x 10 <sup>6</sup>	2 x 10 <sup>6</sup>
UFC batteri totali/mL	6 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>6</sup>	3 x 10 <sup>5</sup>

La composizione dei vini è risultata simile nelle diverse tesi a confronto (**Tabella 3.3.13**). La tesi C2 è risultata leggermente meno alcolica e con valori di estratto lievemente più bassi.

Il colore è apparso scarico in tutte le tesi e abbastanza stabile al test di maderizzazione. Nella tesi C1 (test) i valori sono, tuttavia, apparsi leggermente più elevati (colore più intenso e meno stabile).



Dal test triangolare (**Tabella 3.3.15**) è emerso che solo i vini C2 e C3 sono risultati significativamente differenti (per  $p=0,05$ ), mentre non sono risultati differenti al confronto C1 e C2 e C1 e C3.

I giudici non hanno espresso una preferenza significativa in favore di nessuna delle tre tesi.

Complessivamente i vini sono, quindi, risultati abbastanza simili.

Tendenzialmente i degustatori hanno rilevato una minore vivacità olfattiva e gustativa nella tesi C2.

**Tabella 3.3.15. Test triangolare condotto sui vini prodotti da uve Sangiovese, allevato a Cordone libero, vendemmiato meccanicamente o manualmente.**

Trebiano Guyot		C1 --> C2
riconoscimenti %		50
risultato		N.S.
preferenza C1 %		50
preferenza C2 %		50
risultato test preferenza		N.S.

Trebiano Guyot		C1 --> C3
riconoscimenti %		50
risultato		N.S.
preferenza C1 %		58
preferenza C3 %		42
risultato test preferenza		N.S.

Trebiano Guyot		C2 --> C3
riconoscimenti %		67
risultato		<b><math>p=0,05</math></b>
preferenza C2 %		42
preferenza C3 %		58
risultato test preferenza		N.S.

#### 2.2.1.3.4 Conclusioni

Dall'analisi dei risultati ottenuti emerge come la meccanizzazione della raccolta abbia prodotto risultati simili alla vendemmia manuale.

Per il Trebbiano la raccolta meccanica ha determinato un tendenziale incremento di colore.

Nel caso dei vini ottenuti da uve Trebbiano, allevato a Guyot, si è rilevata una preferenza in favore della tesi raccolta manualmente. Questo potrebbe essere dovuto al fatto che le uve della tesi di raccolta meccanica erano lievemente meno mature e, di conseguenza il vino derivato ha manifestato note erbacee leggermente più accentuate.

Le uve Sangiovese hanno, in generale, presentato un livello di maturazione fenolica non particolarmente accentuato che ha comportato la produzione di vini poco colorati, in cui anche lievi differenze sono apparse evidenti.

Le differenti modalità di conferimento delle uve sottoposte a vendemmia meccanica non hanno determinato sostanziali differenze nei vini. A livello compositivo i valori di tutti i parametri sono

apparsi, in generale, simili. I vini derivanti da modalità “protette” (SO<sub>2</sub> o ghiaccio secco) presentavano un colore più chiaro e una maggiore stabilità.

All’analisi sensoriale i vini delle differenti tesi a confronto, tutti caratterizzati da un buon livello qualitativo, sono risultati simili.

### **Sotto-azione 3.4**

Sotto-azione 3.4: Valutazione degli effetti dell'utilizzo di trucioli di legno sulle caratteristiche chimiche e sensoriali dei vini.

### **Unità Aziendale responsabile (Uar)**

La prova è stata svolta da personale CRPV (Uar) e di ASTRA, in collaborazione con gli enologi e i cantinieri di CAVIRO. L'attività è stata svolta presso lo stabilimento di Forlì, nel quale sono presenti le strutture e le tecnologie innovative necessarie e presso i laboratori di ASTRA/CRPV. Le unità verranno esplicitate per ogni singola attività.

### **Descrizione attività**

#### **2.2.1.4.1 Obiettivi**

Nonostante i consumi degli ultimi anni abbiano mostrato, a livello internazionale, una preferenza per vini spumanti e frizzanti, i vini barricati, dal profilo aromatico complesso, arricchito dal contatto più o meno prolungato con il legno, mantengono una soddisfacente quota di mercato, soprattutto all'estero.

Il Gruppo Caviro vanta una quota significativa di export: è risultato, dunque, indispensabile un adattamento produttivo a quelle che sono le esigenze del mercato estero e alle differenti categorie di consumatori.

Nel caso specifico, oltre ai prodotti a denominazione che subiscono vinificazione/affinamento in botti o barrique, è stata creata una linea di prodotti (Super Value, Value, Fighting Varietal, Popular Premium) aventi una complessità strutturale e qualitativa superiore, derivante dall'influenza del legno, mediante l'utilizzo di specifici trucioli opportunamente selezionati.

L'obiettivo della sotto-azione 3.4 è stato quello di valutare l'adozione di due differenti protocolli operativi (uno tradizionale e uno innovativo) nella somministrazione di pezzi di legno aventi provenienza diversa, al fine di verificare quale tecnica forniva risultati più soddisfacenti in termini di caratteristiche chimico-sensoriali del vino finito, in linea con le esigenze di mercato, e di valutare l'allungamento della shelf – life del prodotto finale.

#### 2.2.1.4.2 Materiali e metodi

La Prova è consistita nel realizzare un confronto tra la tecnica tradizionale di infusione di trucioli nel vino e l'azione dell'impianto innovativo presente presso lo stabilimento CAVIRO di Forlì.

Il confronto è stato ampliato considerando due tempi di contatto legno-vino (15 gg e 30 gg), con lo scopo di verificare se l'azione dell'impianto innovativo potesse anche ottenere risultati in tempi più solleciti.

Lo schema è stato ripetuto con 2 diverse tipologie di trucioli:

- trucioli da *Quercus* di origine francese;
- trucioli da *Quercus* americana.

Si sono così ottenute 8 tesi, come riportato nel seguente schema.

SANGIOVESE		UTILIZZO DEI TRUCIOLI	
TESI 1	FRANCESE	INFUSIONE TRADIZIONALE	15 GG
TESI 2	FRANCESE	IMPIANTO INNOVATIVO	15 GG
TESI 3	FRANCESE	INFUSIONE TRADIZIONALE	30 GG
TESI 4	FRANCESE	IMPIANTO INNOVATIVO	30 GG
TESI 5	AMERICANO	INFUSIONE TRADIZIONALE	15 GG
TESI 6	AMERICANO	IMPIANTO INNOVATIVO	15 GG
TESI 7	AMERICANO	INFUSIONE TRADIZIONALE	30 GG
TESI 8	AMERICANO	IMPIANTO INNOVATIVO	30 GG

**Figura 3.4.1. Tesi a confronto nell'ambito della prova di valutazione degli effetti dell'utilizzo di trucioli di legno sulle caratteristiche chimiche e sensoriali dei vini.**

Per ogni tipologia di truciolo (francese e americano) si è proceduto come segue. È stato preso in esame un vino Sangiovese, IGP standard.

Un'aliquota di tale vino è stata trattata nell'impianto innovativo, mentre nell'altra sono stati messi in infusione i trucioli nei tradizionali sacchi. Dopo 15 giorni di contatto legno-vino è stato effettuato un primo campionamento. Dopo 30 giorni (al termine del trattamento in cantina) è stato realizzato il secondo campionamento.

Nello specifico, l'infusione tradizionale viene realizzata introducendo manualmente i sacchi contenenti i frammenti legnosi all'interno del serbatoio. I sacchi vengono assicurati ad un cavo la cui estremità è legata alla parte alta del serbatoio. In questo modo riempiendo dal basso il serbatoio i sacchi si dispongono lungo l'asse verticale, e questo fa sì che tutta la massa di vino entri uniformemente a contatto con il legno e non si creino stratificazioni. La quantità di frammenti per

litro di vino viene generalmente stabilita in funzione dell'obiettivo enologico che si intende perseguire attraverso il raggiungimento di una particolare sensazione gustativa. Pertanto, per il vino sottoposto a trattamento è stato previsto l'impiego di 500 kg di legno in serbatoi contenenti 510000 litri di vino (5100 hl).

Per serbatoi di più piccole dimensioni i sacchi dei frammenti legnosi potrebbero essere lasciati sul fondo del serbatoio senza essere legati. In questo modo occorre periodicamente fare dei rimontaggi per omogeneizzare il vino. A fine trattamento i sacchi devono essere tolti manualmente dagli addetti in cantina. Questa operazione non è agevole in quanto gli operatori devono entrare nel serbatoio e spostare i sacchi dei frammenti che, per effetto dell'infusione, hanno duplicato il loro peso.

L'impianto innovativo prevede un sistema che consente di evitare l'introduzione manuale dei frammenti all'interno dei serbatoi. Nello specifico, tale impianto è costituito da due contenitori per frammenti e da un serbatoio polmone, contenente parte del vino da trattare. I contenitori dei frammenti sono mobili per agevolare le fasi di carico e lo scarico. I frammenti possono essere introdotti sia nei loro sacchi originali sia sfusi. Quest'ultima opzione, in particolare, permette di sfruttare al massimo la capacità del contenitore. Una volta caricati i frammenti l'impianto viene collegato al serbatoio principale del vino. In base ad un software è possibile programmare durata e cicli di trattamento.

In pratica si prelevano 20 hl di vino che vengono messi nel serbatoio polmone, da cui, in funzione della programmazione impostata, il vino viene introdotto nei contenitori dei frammenti. Viene esercitata, mediante l'impiego di azoto, una leggera sovrappressione che permette al vino di penetrare all'interno dei frammenti e sfruttarne l'intera superficie. Il tempo di contatto viene determinato dall'enologo in funzione del risultato che intende perseguire. Al termine della fase di contatto, il vino trattato viene rimesso nel serbatoio principale e sostituito con altro vino, passando attraverso il serbatoio polmone. L'impianto utilizzato per le prove presenta contenitori con una capacità di caricare 200 kg di frammenti ognuno. Per le prove con l'impianto innovativo i tempi complessivi di trattamento sono stati gli stessi del metodo di infusione tradizionale (30 giorni totali e step intermedio a 15 giorni). In relazione alle specifiche operative è stata, invece, utilizzata una quantità di trucioli inferiore, 400 kg per 510000 litri di vino (5100 hl). Per il corretto svolgimento del processo la temperatura deve essere almeno 16 °C.

I vini ottenuti dalle 8 tesi sono, quindi, stati sottoposti a valutazione analitica. Più precisamente sono state realizzate le seguenti analisi: densità, titolo alcolometrico effettivo, residuo zuccherino, estratto (secco totale e non riduttore), pH, acidità totale, acidità volatile, acido tartarico, acido malico, citrico,

polifenoli totali, antociani, DO 420 nm, DO 520 nm, SO<sub>2</sub> libera e totale, glicerolo, intensità e tonalità colorante. Tutte le analisi sono state condotte seguendo le metodologie ufficiali.

Sui vini sono state, inoltre, condotte le analisi sensoriali. La valutazione di struttura, colore e profilo organolettico sono state di fondamentale importanza per evidenziare l'impatto del legno sul vino. Una ulteriore seduta di valutazione sensoriale è stata effettuata anche con il coinvolgimento del personale tecnico di CAVIRO.

In particolare, è stato necessario individuare il protocollo operativo che meglio rispettava le caratteristiche chimico-sensoriali del vino di partenza con un arricchimento in termini di complessità e dunque di gradevolezza, in linea con gli obiettivi Aziendali. Nell'ambito del bouquet, il panel test ha valutato alcuni sentori classicamente associati a un contatto del vino con il legno tra cui boisé e lo speziato.

### 2.2.1.4.3 Risultati e discussione

Le attività nell'ambito della *sotto-azione 3.4*, sono state regolarmente condotte. Di seguito vengono commentati i risultati ottenuti.

I risultati analitici sono stati valutati ponendo a confronto i vini ottenuti con diversa tecnologia e nei diversi tempi di trattamento. La prima serie di analisi è stata effettuata al termine del trattamento. Dopo sei mesi di conservazione sono stati, inoltre, verificati alcuni parametri di interesse per quanto riguarda la stabilità del prodotto. Anche le valutazioni sensoriali sono state fatte dopo 6 mesi di conservazione.

#### Analisi chimica

In **Tabella 3.4.1** sono riportati i dati rilevati sul vino base e al termine di ciascun trattamento, nelle prove realizzate con trucioli ottenuti da *Quercus* francese. Gli effetti riscontrati sui parametri compositivi dei vini sembrano ripetersi in maniera simile nelle due diverse tecnologie a confronto. In entrambe non è stato rilevato un effetto sulla gradazione alcolica, l'acidità totale e i singoli acidi. Tuttavia, appare una relativa riduzione nell'estratto netto a seguito del periodo di contatto più prolungato (30 gg). Non sono stati riscontrati effetti sul glicerolo e perdite di SO<sub>2</sub>. Gli andamenti riscontrati in relazione a polifenoli, antociani e colore, non sembrano ascrivibili agli effetti del trattamento. Tuttavia emerge una tendenza verso un incremento di colore nel trattamento più lunghi, mantenendo comunque le note di tonalità.

**Tabella 3.4.1. Analisi chimica dei vini base e dei trattati con trucioli (*Quercus* francese), per mezzo dell'impianto innovativo o del metodo di infusione tradizionale, dopo 15 gg o 30 gg di contatto.**

ANALISI		Impianto innovativo			Infusione tradizionale		
		base	15 gg	30 gg	base	15 gg	30 gg
Densità		0,99545	0,99545	0,99545	0,99525	0,99520	0,99530
Alcol effettivo	vol%	11,49	11,49	11,49	11,63	11,64	11,64
Zuccheri	g/L	2,5	2,1	2,7	2,2	2,2	3,0
Alcol complessivo	vol%	11,64	11,62	11,65	11,76	11,77	11,82
Estratto secco totale	g/L	27,7	27,7	27,7	27,6	27,6	27,7
Estratto non riduttore	g/L	25,2	25,6	25,0	25,4	25,4	24,7
pH		3,54	3,53	3,53	3,63	3,63	3,64
Acidità Totale	g/L	5,29	5,35	5,31	4,50	4,50	4,48
Acidità Volatile	g/L	0,51	0,35	0,42	0,26	0,33	0,27
Acido Tartarico	g/L	2,40	2,30	2,28	2,50	2,49	2,47
Acido Malico	g/L	0,43	0,55	0,56	0,33	0,38	0,37
Acido Lattico	g/L	3,68	3,69	3,64	2,19	2,06	2,06
Acido Citrico	g/L	0,10	0,10	0,11	0,06	0,05	0,06
Glicerolo	g/L	7,28	7,23	7,26	7,77	7,14	7,45
Anidride Solforosa Totale	mg/L	85	86	86	79	77	74
Anidride Solforosa Libera	mg/L	16	19	20	19	15	16
Polifenoli Totali	mg/L	1933	2013	1978	2226	2239	2223
Antociani	mg/L	159	167	132	171	174	172
DO 420 nm		2,02	2,03	2,23	1,99	1,99	2,05
DO 520 nm		2,78	2,75	2,95	2,73	2,76	2,88
Intensità		4,80	4,78	5,19	4,72	4,75	4,93
Tonalità		0,73	0,74	0,76	0,73	0,72	0,71

In **Tabella 3.5.2** sono stati posti a confronto alcuni parametri rilevati al termine del trattamento e dopo 6 mesi di conservazione. In generale, sono stati osservati un calo della concentrazione di antociani e un aumento della tonalità gialla. L'effetto è un leggero aumento dell'intensità colorante e una tendenza verso tonalità lievemente imbrunite. Si tratta di fenomeni comuni, ricollegabili alla conservazione che sono tendenzialmente apparsi più evidenti nei campioni ottenuti dall'impianto innovativo.

**Tabella 3.5.2. Analisi chimica dei vini trattati con trucioli (*Quercus francese*), per mezzo dell'impianto innovativo o del metodo di infusione tradizionale, dopo 15 gg o 30 gg di contatto, condotta al termine del trattamento e dopo 6 mesi di contatto.**

ANALISI		Impianto Innovativo		Infusione Tradizionale	
		15 gg	30 gg	15 gg	30 gg
<b>al termine del trattamento</b>					
<b>Polifenoli Totali</b>	<b>mg/L</b>	2013	1978	2239	2223
<b>Antociani</b>	<b>mg/L</b>	167	132	174	172
<b>DO 420 nm</b>		2,03	2,23	1,99	2,05
<b>DO 520 nm</b>		2,75	2,95	2,76	2,88
<b>Intensità</b>		4,78	5,19	4,75	4,93
<b>Tonalità</b>		0,74	0,76	0,72	0,71
<b>dopo 6 mesi di conservazione</b>					
<b>Polifenoli Totali</b>	<b>mg/L</b>	2061	1996	2422	2384
<b>Antociani</b>	<b>mg/L</b>	109	115	111	108
<b>DO 420 nm</b>		2,70	2,33	2,18	2,20
<b>DO 520 nm</b>		2,69	2,86	2,78	2,92
<b>Intensità</b>		5,39	5,19	4,96	5,12
<b>Tonalità</b>		1,00	0,81	0,78	0,75



In **Tabella 3.5.3** sono riportati i dati rilevati sul vino base e al termine di ciascun trattamento, nelle prove realizzate con trucioli ottenuti da *Quercus* americano. Gli effetti sui parametri compositivi sembrano ripetersi in maniera abbastanza simile nei vini ottenuti con le due diverse tecnologie adottate. Nessuno dei metodi ha prodotto effetti sulla gradazione alcolica. Nel caso dell'impianto innovativo emerge una relativa riduzione nell'estratto netto, a seguito del periodo di contatto più prolungato con i trucioli. Non sono stati rilevati effetti evidenti dei trattamenti sull'acidità totale e sui singoli acidi. Non sono state osservate implicazioni su glicerolo e perdite di SO<sub>2</sub>. Infine, non sono stati rilevati effetti dei differenti trattamenti sulle concentrazioni di polifenoli e antociani totali e, conseguentemente, sui parametri relativi al colore.

**Tabella 3.5.3. Analisi chimica dei vini base e dei trattati con trucioli (*Quercus* francese), per mezzo dell'impianto innovativo o del metodo di infusione tradizionale, dopo 15 gg o 30 gg di contatto.**

ANALISI		Impianto innovativo			Infusione tradizionale		
		base	15 gg	30 gg	base	15 gg	30 gg
Densità		0,99565	0,99560	0,99565	0,99560	0,99550	0,99550
Alcol effettivo	vol%	12,53	12,54	12,54	12,54	12,55	12,54
Zuccheri	g/L	2,4	2,9	3,4	3,1	3,3	3,0
Alcol complessivo	vol%	12,67	12,71	12,74	12,73	12,75	12,72
Estratto secco totale	g/L	31,4	31,3	31,4	31,3	31,2	31,0
Estratto non riduttore	g/L	29,0	28,4	28,0	28,2	27,9	28,0
pH		3,54	3,56	3,55	3,53	3,54	3,60
Acidità Totale	g/L	5,51	5,27	5,36	5,57	5,49	5,29
Acidità Volatile	g/L	0,51	0,48	0,50	0,48	0,43	0,33
Acido Tartarico	g/L	2,62	2,66	2,57	2,40	2,47	2,36
Acido Malico	g/L	0,54	0,51	0,55	0,69	0,63	0,39
Acido Lattico	g/L	1,78	1,82	1,67	2,40	1,96	2,00
Acido Citrico	g/L	< 0,05	0,06	< 0,05	0,08	0,11	0,16
Glicerolo	g/L	7,5	7,44	7,74	8,38	7,95	9,05
Anidride Solforosa Totale	mg/L	41	46	44	54	51	44
Anidride Solforosa Libera	mg/L	13	10	11	15	14	13
Polifenoli Totali	mg/L	3291	3187	3252	2868	2837	2907
Antociani	mg/L	230	231	236	270	269	277
DO 420 nm		3,61	3,80	3,79	3,36	3,55	3,47
DO 520 nm		5,77	6,05	6,08	5,68	5,97	5,62
Intensità		9,38	9,85	9,87	9,04	9,52	9,09
Tonalità		0,63	0,63	0,62	0,59	0,59	0,62

In **Tabella 3.5.2** sono stati posti a confronto alcuni parametri rilevati nei vini al termine del trattamento e dopo 6 mesi di conservazione. In generale, è possibile osservare un calo degli antociani e un aumento della tonalità gialla. L'effetto è una tendenza verso tonalità lievemente imbrunite. Nei vini ottenuti con l'impianto innovativo si evince un aumento dell'intensità colorate. Si tratta comunque di fenomeni comuni, conseguenti alla conservazione.

**Tabella 3.5.2. Analisi chimica dei vini trattati con trucioli (*Quercus americana*), per mezzo dell'impianto innovativo o del metodo di infusione tradizionale, dopo 15 gg o 30 gg di contatto, condotta al termine del trattamento e dopo 6 mesi di contatto.**

Analisi		Impianto innovativo		Infusione tradizionale	
		15 gg	30 gg	15 gg	30 gg
<b>al termine del trattamento</b>					
<b>Polifenoli Totali</b>	<b>mg/L</b>	3187	3252	2837	2907
<b>Antociani</b>	<b>mg/L</b>	231	236	269	277
<b>DO 420 nm</b>		3,80	3,79	3,55	3,47
<b>DO 520 nm</b>		6,05	6,08	5,97	5,62
<b>Intensità</b>		9,85	9,87	9,52	9,09
<b>Tonalità</b>		0,63	0,62	0,59	0,62
<b>dopo 6 mesi</b>					
<b>Polifenoli Totali</b>	<b>mg/L</b>	3331	3053	2916	2625
<b>Antociani</b>	<b>mg/L</b>	124	129	136	146
<b>DO 420 nm</b>		4,21	4,30	3,75	3,71
<b>DO 520 nm</b>		6,03	6,10	5,45	5,31
<b>Intensità</b>		10,24	10,40	9,20	9,02
<b>Tonalità</b>		0,70	0,70	0,69	0,70

### Analisi sensoriale

L'analisi sensoriale è stata effettuata dopo 6 mesi di conservazione dei vini, ponendo a confronto il campione ottenuto dal trattamento innovativo con quello derivato da infusione tradizionale, dopo una determinata tempistica di contatto con i trucioli.

Di seguito vengono riportati i profili sensoriali dei differenti campioni a confronto.

- *Quercus francese – 15 giorni di contatto legno-vino.*

Dall'analisi dei descrittori sensoriali (**Figura 3.4.1**), emerge come il vino ottenuto con l'impianto innovativo, dopo 15 giorni di contatto con i trucioli di *Quercus* francese, evidenzia un profilo olfattivo più fine e più intenso, con equilibrate note fruttate, speziate e vegetali. Tale vino ha, inoltre, manifestato una più intensa nota boisé. Il vino ottenuto dall'impianto innovativo al gusto è apparso più armonico, meno amaro e meno astringente rispetto a quello prodotto mediante infusione tradizionale. Tale vino, nei giudizi di gradevolezza è risultato più gradito in tutti gli aspetti, in particolare all'olfatto e al gusto (**Figura 3.4.2**).

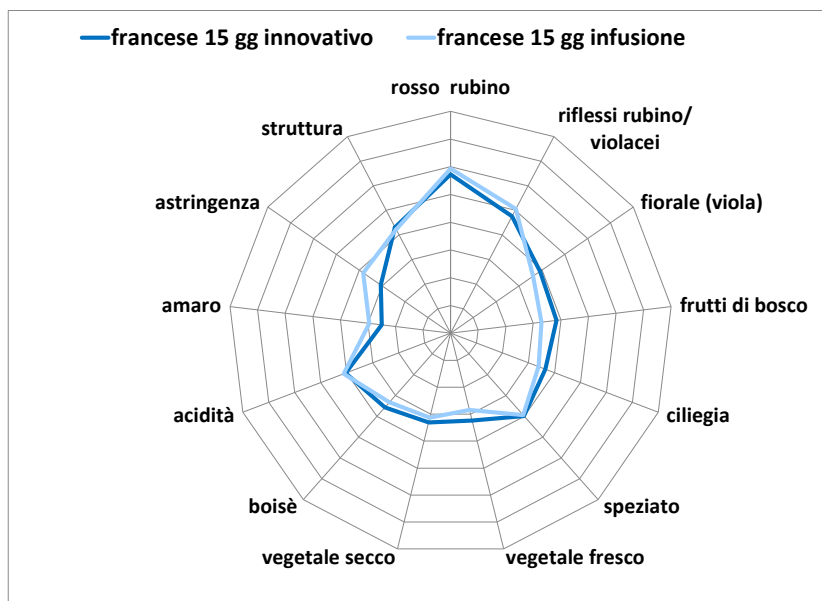


Figura 3.4.1. Analisi dei descrittori sensoriali (spider plot) dei vini trattati per 15 giorni con trucioli (*Quercus francese*), per mezzo dell’impianto innovativo o del metodo di infusione tradizionale, effettuata dopo 6 mesi di conservazione.

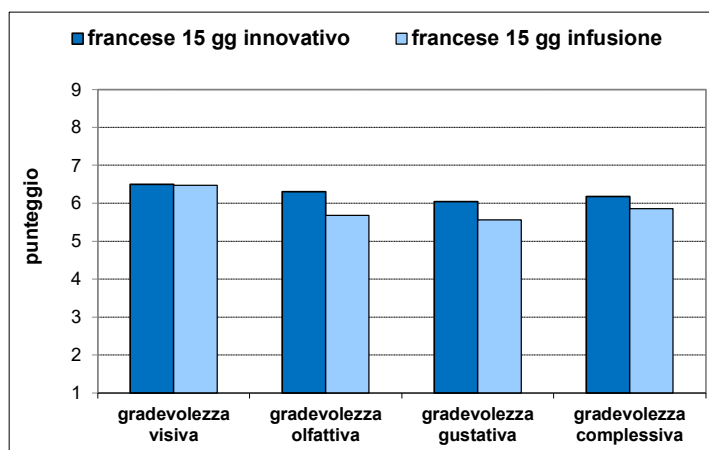


Figura 3.4.2. Test di gradevolezza dei vini trattati per 15 giorni con trucioli (*Quercus francese*), per mezzo dell’impianto innovativo o del metodo di infusione tradizionale, effettuata dopo 6 mesi di conservazione.

- *Quercus francese* – 30 giorni di contatto legno-vino.

Dopo 6 mesi di conservazione, i profili sensoriali (Figura 3.4.3) dei due vini ottenuti con le diverse tecnologie a confronto, dopo 30 giorni di contatto con i trucioli, presentavano analogie con quanto rilevato in seguito a 15 giorni di trattamento. In particolare, il vino prodotto con l'impianto innovativo presentava sentori fruttati più accentuati e una nota boisé più marcata. Tale vino è stato, inoltre, percepito meno amaro e meno astringente, al gusto. Nei giudizi di gradevolezza (Figura 3.4.4) la tesi innovativa è risultata più gradita a livello complessivo e, in particolare, all'olfatto e al gusto.

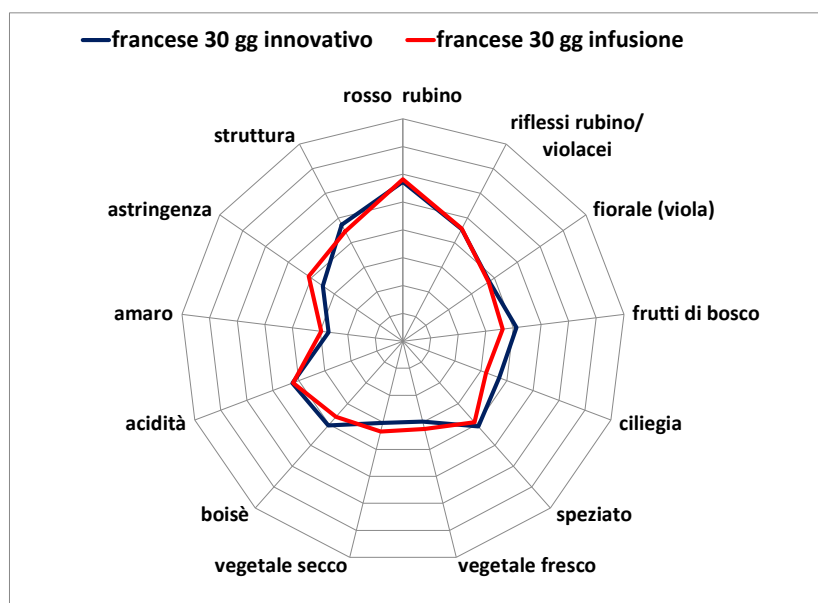


Figura 3.4.3. Analisi dei descrittori sensoriali (spider plot) dei vini trattati per 30 giorni con trucioli (*Quercus francese*), per mezzo dell'impianto innovativo o del metodo di infusione tradizionale, effettuata dopo 6 mesi di conservazione.

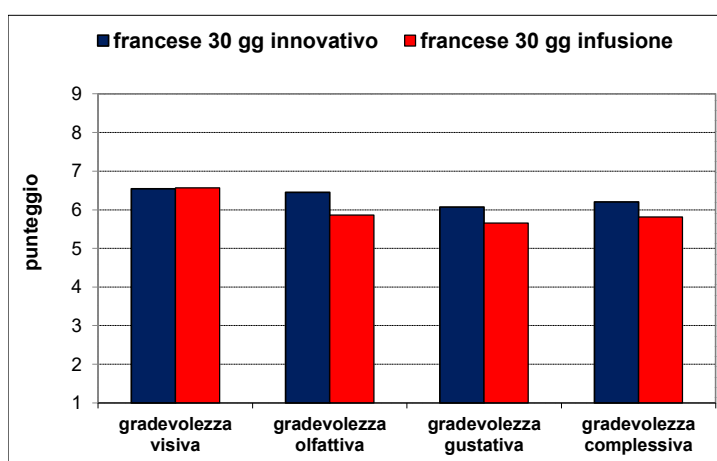


Figura 3.4.4. Test di gradevolezza dei vini trattati per 30 giorni con trucioli (*Quercus francese*), per mezzo dell'impianto innovativo o del metodo di infusione tradizionale, effettuata dopo 6 mesi di conservazione.

- *Quercus americano* – 15 giorni di contatto legno-vino.

Dopo 6 mesi di conservazione, i profili sensoriali (Figura 3.4.5) dei vini ottenuti con i diversi trattamenti, con un tempo di contatto legno-vino di 15 giorni, sono apparsi molto simili. Tuttavia è emersa con leggera prevalenza di note fiorali e fruttate (ciliegia) nella tesi ottenuta con l'impianto innovativo. Al gusto, tale vino è, inoltre, risultato meno astringente.

Nel test di gradevolezza (Figura 3.4.6) il vino ottenuto con l'impianto innovativo è stato maggiormente apprezzato a livello complessivo, olfattivo e gustativo, mentre a livello visivo ha ottenuto un punteggio lievemente più elevato il vino ottenuto attraverso infusione tradizionale.

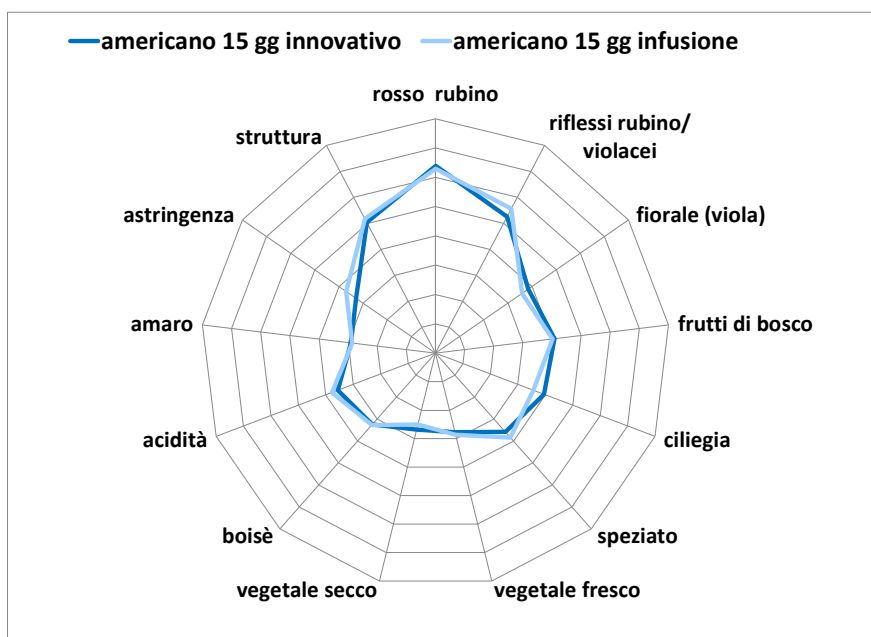


Figura 3.4.5. Analisi dei descrittori sensoriali (spider plot) dei vini trattati per 30 giorni con trucioli (*Quercus americana*), per mezzo dell'impianto innovativo o del metodo di infusione tradizionale, effettuata dopo 6 mesi di conservazione.

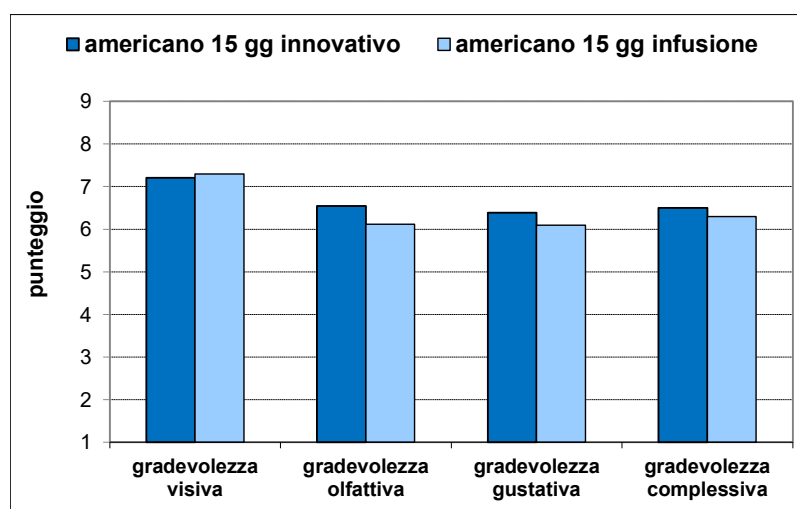
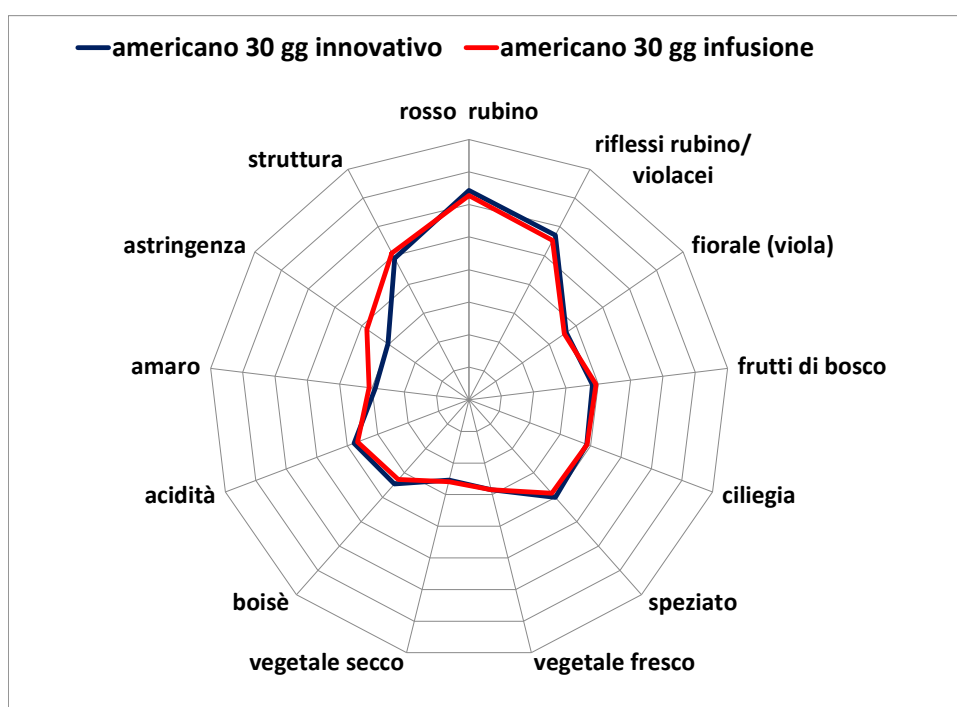


Figura 3.4.6. Test di gradevolezza dei vini trattati per 30 giorni con trucioli (*Quercus americana*), per mezzo dell'impianto innovativo o del metodo di infusione tradizionale, effettuata dopo 6 mesi di conservazione.

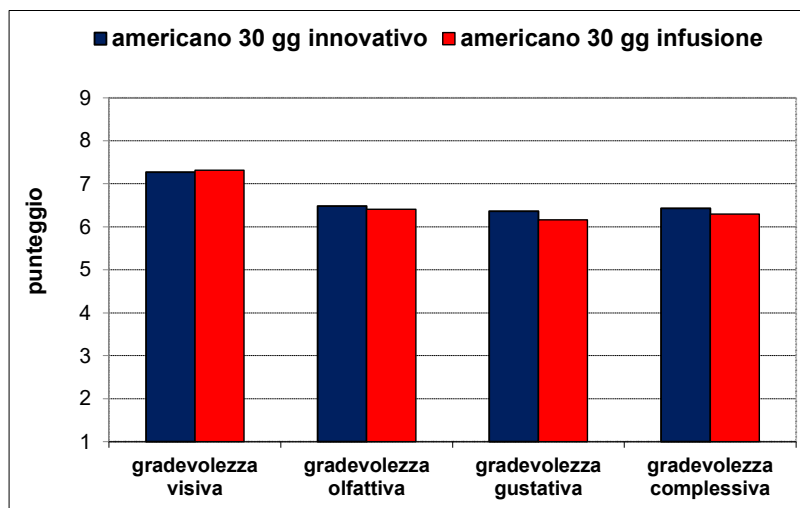
*Quercus americano* – 30 giorni di contatto legno-vino.

Dopo 6 mesi di conservazione, i profili sensoriali (**Figura 3.4.5**) dei vini ottenuti con i diversi trattamenti, con un tempo di contatto legno-vino di 30 giorni, sono apparsi molto simili. Tuttavia è emersa una leggera prevalenza di note floreali e fruttate (ciliegia) nella tesi ottenuta con l'impianto innovativo.

I profili sensoriali dei diversi vini hanno evidenziato un aspetto aromatico molto simile. Al gusto, invece, è stata rilevata una maggiore astringenza nel vino ottenuto dalla tesi che ha previsto il trattamento di infusione tradizionale. Dal test di gradevolezza emergono punteggi più elevati a livello complessivo, visivo e gustativo per il vino ottenuto con l'impiego dell'innovativo impianto.



**Figura 3.4.7.** Analisi dei descrittori sensoriali (spider plot) dei vini trattati per 30 giorni con trucioli (*Quercus americana*), per mezzo dell'impianto innovativo o del metodo di infusione tradizionale, effettuata dopo 6 mesi di conservazione.



**Figura 3.4.8. Test di gradevolezza dei vini trattati per 30 giorni con trucioli (*Quercus americana*), per mezzo dell'impianto innovativo o del metodo di infusione tradizionale, effettuata dopo 6 mesi di conservazione.**

Nel corso delle degustazioni sono emerse anche alcune valutazioni espresse dai giudici, che è utile riportare. Per le prove con *Quercus* francese già dopo 15 giorni di contatto sono state rilevate differenze tra i vini. In particolare, in quello ottenuto con l'impianto innovativo sono emerse note olfattive più intense e fresche, nonché un gusto più armonico. Nel complesso sembra rilevarsi un effetto dei trucioli meno evidente rispetto a *Quercus* americano.

Le differenze si mantengono anche a 30 giorni, dove il sentore di legno è più marcato, contribuendo a dare maggiore pulizia ed equilibrio ai vini.

Per le prove con trucioli da *Quercus* americano è emerso come già dopo 15 giorni di contatto, il vino realizzato con l'impianto innovativo si sia distinto per note speziate più pulite e armoniche. La nota boisé è comunque percepibile in entrambe le tesi. A 30 giorni la sensazione si mantiene, si ritrovano note più evolute ed affinate, con migliore pulizia all'olfatto e gusto più equilibrato nel caso del vino ottenuto con l'impianto innovativo.

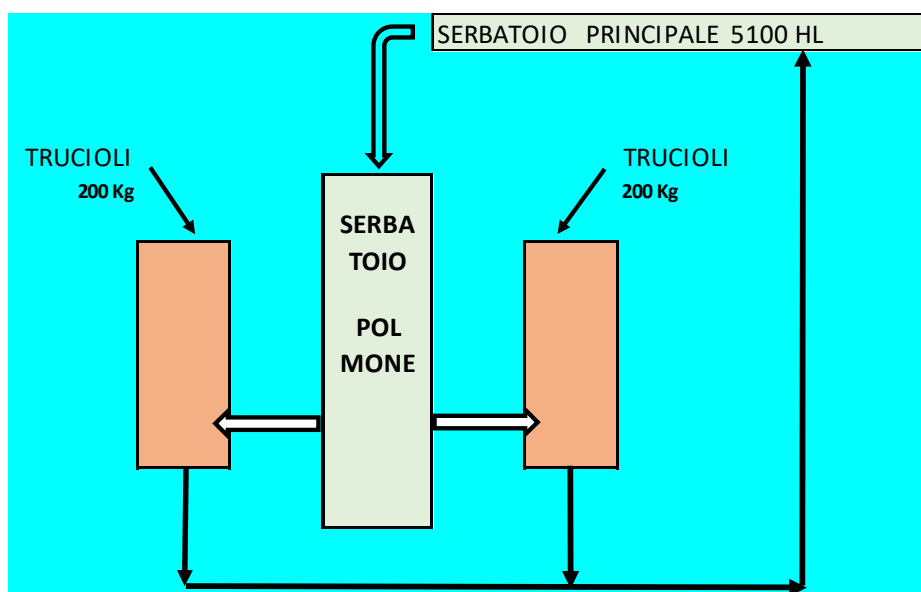
Dall'analisi dei risultati ottenuti emerge come per un prodotto di più pronta beva sia preferibile un tempo di contatto di 15 giorni, utilizzando l'impianto innovativo, mentre per vini più corposi risulta più idoneo un tempo di contatto di 30 giorni.

La durata dei 30 giorni nasceva da valutazioni generali sull'utilizzo dei trucioli, che non consigliano di protrarre oltre il contatto per il rischio di estrarre tannini "duri" e "secchi". Alla luce dei risultati si considera la possibilità di modulare i tempi in funzione del prodotto che si vuole ottenere e, comunque, di contenere di qualche giorno il tempo massimo.

Definizione del protocollo più idoneo per l'utilizzo di trucioli di legno nei vini rossi a indicazione di origine.

Per l'utilizzo dell'impianto innovativo si procede come segue.

- Predisposizione del vino da trattare.
- Verifica analitica e sensoriale delle caratteristiche del vino da trattare al fine di controllarne la rispondenza alla tipologia di vino da realizzare e definire tempi e condizioni di trattamento e tipologia dei frammenti legnosi.
- Carico dei frammenti legnosi nei 2 contenitori (200 kg per contenitore).
- Immissione nei serbatoi di 20 hl di vino prelevati dal serbatoio principale e leggera sovrappressione di azoto.
- Permanenza per i tempi definiti.
- Recupero dei 20 hl di vino trattato dai serbatoi e reimmissione nella massa iniziale dall'alto nel serbatoio principale.
- Prelievo dal serbatoio principale di altri 20 hl di vino trasferiti nei serbatoi per il trattamento.
- Ripetizione di questo ciclo fino al termine del tempo complessivo definito per il trattamento.
- Svuotamento meccanico finale dei frammenti legnosi utilizzati.
- Destinazione del vino dal serbatoio principale alle successive lavorazioni.





### Individuazione delle tempistiche di contatto e dei trucioli più adeguati in termini di origine per la definizione di un prodotto rispondente alle esigenze Aziendali.

Dalle prove realizzate è stato possibile verificare l'effetto dei tempi di trattamento e della tipologia di frammenti utilizzati rispetto alle caratteristiche del vino.

Il trattamento ha dato risultati valutati in un range di tempo che viene compreso tra i 15 e i 30 giorni. Un buon equilibrio per vini di pronta beva (considerando, quindi, di partire già da vini base meno alcolici e strutturati) si può ottenere con 15 -20 giorni di trattamento. Per vini più corposi è bene prolungare il trattamento fino a 25 – 30 giorni.

Le tipologie di truciolo utilizzate hanno comunque dato risultati rilevabili e positivi. Le differenze rilevate sono conseguenti alle caratteristiche dei trucioli stessi, per cui la scelta verrà fatta in funzione dell'obbiettivo enologico in base al mercato al quale ci si vuole rivolgere. Ove richieste note boisé più evidenti si privilegerà l'utilizzo di *Quercus* americano rispetto ai trucioli da *Quercus* francese, che comunque conferisce sentori ugualmente rilevabili.

In conclusione, risulta verificata l'influenza dei parametri considerati rispetto alle caratteristiche del vino da portare al consumo.

Si rileva la flessibilità del sistema che consente di effettuare controlli sul trattamento adeguando i parametri di funzionamento dell'impianto in base ai materiali che vengono utilizzati e all'obbiettivo enologico. L'impianto innovativo determina una maggiore omogeneità nella massa del vino rispetto all'infusione tradizionale, pertanto anche i campionamenti e i controlli sull'evoluzione del prodotto possono essere più accurati e puntuali.

#### **2.2.1.4.4 Conclusioni**

L'utilizzo dell'impianto innovativo si è dimostrato utile e vantaggioso secondo vari aspetti. I risultati organolettici hanno rilevato fattori positivi a favore della tecnologia innovativa. È importante sottolineare come questi risultati positivi si siano ottenuti, a parità di vino da trattare, utilizzando un 20% circa in meno di frammenti.

Un importante vantaggio dell'innovativo impianto è, inoltre, il fatto di agevolare al massimo le operazioni manuali a carico degli operatori di cantina. In questo modo si evita di fare entrare il personale all'interno di un serbatoio, eliminando gli inconvenienti e i rischi di lavoro dovuti a spazi confinati e con difficoltà di ricambio. Inoltre, si evita di fare spostare manualmente i sacchi dei frammenti che da secchi pesano, a seconda dei fornitori, dai 7,5 ai 10 kg e a fine trattamento raddoppiano il loro peso.

### **Sotto-azione 3.5**

Sotto-azione 3.5: Valutazione dell'efficienza di innovativo impianto per ridurre l'adsorbimento dell'ossigeno disciolto nei vini.

### **Unità Aziendale responsabile (Uar)**

La prova è stata coordinata dal personale CRPV (Uar), in collaborazione con gli enologi e i cantinieri di CAVIRO. L'attività è stata svolta presso lo stabilimento di Forlì, in cui è collocato l'innovativo impianto di adsorbimento dell'ossigeno. Le unità verranno esplicitate per ogni singola attività.

### **Descrizione attività**

#### **2.2.1.5.1 Obiettivi**

Gli effetti positivi dell'ossigeno sull'evoluzione del vino rosso sono ormai noti in termini di struttura (maturazione e stabilizzazione dei tannini), evoluzione del colore e del profilo antocianico. Tuttavia, qualora l'obiettivo Aziendale sia quello di ottenere un vino fresco e fruttato, destinato a un'immissione sul mercato relativamente veloce, è auspicabile una buona protezione del prodotto mediante il mantenimento di un ambiente ridotto o, se necessario, sottrazione dell'ossigeno disciolto. L'obiettivo della *sotto-azione 3.5* è consistito nella messa a punto e validazione di protocolli di funzionamento di un innovativo impianto di adsorbimento dell'ossigeno al fine di preservare la qualità del prodotto iniziale e garantire una durata più prolungata nel tempo delle caratteristiche chimiche e sensoriali.

#### **2.2.1.1.2 Materiali e metodi**

La prova è stata condotta su 2 tipologie di vino, uno rosato e uno bianco. In particolare, sono state analizzate le seguenti tesi:

- a) *Vino rosato tal quale (TEST);*
- b) *Vino rosato sottoposto ad un trattamento di adsorbimento dell'ossigeno mediante impianto innovativo (DEOX);*
- c) *Vino bianco tal quale (TEST);*
- d) *Vino bianco sottoposto ad un trattamento di adsorbimento dell'ossigeno mediante impianto innovativo (DEOX).*

Per ogni tesi sono state realizzate bottiglie di campione, che sono state conservate in un ambiente idoneo per un totale di 6 mesi. L'obiettivo è stato quello di simulare la permanenza di una bottiglia sullo scaffale di un supermercato e di verificare se effettivamente la sottrazione di ossigeno permettesse un prolungamento della shelf-life del prodotto finale. Le tesi sono state sottoposte ad un'accurata valutazione analitica, prima del confezionamento e dopo la sosta di 6 mesi. Più

precisamente sono state realizzate le seguenti analisi: densità, titolo alcolometrico effettivo, residuo zuccherino, estratto (secco totale e non riduttore), pH, acidità totale, acidità volatile, acido tartarico, acido malico, citrico, polifenoli totali, antociani, DO 420 nm, DO 520 nm, SO<sub>2</sub> libera e totale, glicerolo, intensità e tonalità colorante. Tutte le analisi sono state condotte seguendo le metodologie ufficiali e realizzate dai tecnici afferenti al laboratorio di Astra.

Il campionamento del vino è stato realizzato prima del passaggio nell'impianto innovativo e in seguito al trattamento.

Inoltre, dopo la sosta di 6 mesi, sono state realizzate analisi sensoriali per valutare il livello di gradevolezza delle tesi descritte.

L'attività condotta nell'ambito di questa sperimentazione ha permesso di comprendere se l'utilizzo di questa tecnica innovativa permette di ottenere vini più longevi, che mantengano una buona freschezza nei mesi successivi al loro confezionamento.

#### Modalità di funzionamento dell'innovativo impianto per la riduzione dell'adsorbimento dell'ossigeno disciolto nei vini.

Le modalità di funzionamento dell'impianto innovativo acquistato da Caviro vengono di seguito riportate. La rimozione dell'ossigeno viene realizzata sfruttando il vuoto creato con una pompa, associato alla capacità di speciali membrane semipermeabili ai gas. L'impianto è dotato di sonde in entrata e in uscita che misurano la concentrazione sia di O<sub>2</sub> che di CO<sub>2</sub>, perché la CO<sub>2</sub> può essere opportunamente modulata. L'impianto lavora in flusso e non in ricircolo e potrebbe, quindi, essere applicato anche in linea durante l'imbottigliamento. In pratica, in cantina si privilegia l'utilizzo in fase di predisposizione del vino in vasca, in tempi comunque immediatamente precedenti l'imbottigliamento.

Il vino testimone è stato filtrato con filtro tangenziale all'uscita della stabilizzazione tartarica e a valle si è operato per il prelievo dei campioni non trattati. Le prove di trattamento sono state condotte posizionando l'impianto innovativo tra il filtro tangenziale e il serbatoio, impostando sul PLC dell'impianto il valore di O<sub>2</sub> desiderato. L'impianto, in funzione del risultato che si vuole ottenere, regola il vuoto da applicare. Il risultato, verificato in laboratorio con analisi strumentali, è immediatamente visibile sul display.

Il vantaggio, rispetto allo strippaggio effettuato in cantina flussando azoto all'uscita del filtro, è che si risparmia azoto e si può ottenere la concentrazione di ossigeno desiderata. Il risultato è certo e misurabile. Inoltre, lavorando in sottrazione si può avere anche una parziale diminuzione di CO<sub>2</sub> che

può essere utile nel caso di confezionamento in bag in box (rischi di non perfetto riempimento delle sacche a causa della schiuma prodotta del gas). Al contrario, la CO<sub>2</sub> può anche essere controllata per ottenere un effetto rinfrescante per i vini e aumentarne la shelf life, valorizzando il trattamento di sottrazione dell'ossigeno.

### 2.2.1.5.3 Risultati e Discussione

Le attività nell'ambito della *sotto-azione 3.5*, sono state regolarmente condotte. Di seguito vengono commentati i risultati ottenuti nel corso della prova.

#### Analisi chimica

In **Tabella 3.5.1** sono riportati i valori analitici rilevati nel vino rosato Test e nella tesi Deox, al momento del confezionamento e dopo 6 mesi di conservazione. In particolare, non è stato osservato un forte effetto del trattamento innovativo rispetto ai principali parametri compositivi, per cui i due vini a tempo **0** sono apparsi generalmente simili, seppure con qualche lieve differenza. Nel vino Deox si rivela, infatti, al T<sub>0</sub> una tonalità più vivace e una più elevata concentrazione di anidride solforosa. Il periodo di conservazione ha, invece, rilevato l'effetto della deossigenazione sui parametri del colore. Nello specifico è stata evidenziata una migliore tenuta del vino Deox che ha mantenuto una tonalità più vivace (1,62) rispetto al Test (1,83), ampliando la differenza appena percettibile a tempo **0**. Inoltre, è importante evidenziare come l'anidride solforosa libera nella tesi Deox si sia mantenuta più elevata, rilevando un minore consumo nella protezione dall'ossigeno e quindi anche un prolungamento ulteriore del suo effetto protettivo nel tempo.

**Tabella 3.5.1. Analisi chimica condotta su vino rosato tal quale (Test) e sul campione sottoposto ad assorbimento dell'ossigeno (Deox) al momento del confezionamento e dopo 6 mesi di conservazione.**

ANALISI		TEST	DEOX	TEST	DEOX
VINO ROSATO		0	0	6 mesi	6 mesi
Densità		0,99430	0,99405	0,99460	0,99420
Alcol effettivo	vol%	11,76	11,81	11,65	11,74
Zuccheri	g/L	6,8	6,9	7,0	7,1
Alcol complessivo	vol%	12,17	12,22	12,07	12,17
Estratto secco totale	g/L	25,5	25,0	26,1	25,3
Estratto non riduttore	g/L	18,7	18,1	19,1	18,2
pH		3,46	3,47	3,37	3,37
Acidità Totale	g/L	4,71	4,68	4,62	4,63
Acidità Volatile	g/L	0,19	0,13	0,21	0,17
Acido Tartarico	g/L	1,77	1,78	1,59	1,60
Acido Malico	g/L	1,30	1,47	1,30	1,31
Acido Lattico	g/L	0,56	0,60	0,42	0,50
Acido Citrico	g/L	0,43	0,46	0,38	0,38
Glicerolo	g/L	4,9	5,3	5,0	5,2
Polifenoli Totali	mg/L	277	288	278	279
Antociani	mg/L	5	7	7	8
DO 420 nm		0,076	0,084	0,086	0,099
DO 520 nm		0,049	0,059	0,047	0,061
Intensità		0,125	0,143	0,133	0,159
Tonalità		1,55	1,42	1,83	1,62
Anidride Solforosa Totale	mg/L	98	102	93	106
Anidride Solforosa Libera	mg/L	34	35	21	26

In **Tabella 3.5.2** sono riportati i valori analitici rilevati nel vino bianco Test e nella tesi Deox, al momento del confezionamento e dopo 6 mesi di conservazione. Non è stata osservata una forte incidenza del trattamento innovativo rispetto ai principali parametri compositivi del vino, per cui le due tesi, a tempo 0, hanno presentato parametri chimici sostanzialmente simili, seppure con qualche differenza. Infatti, il vino Deox ha evidenziato una più bassa DO a 420 nm e valori più elevati di anidride solforosa al T<sub>0</sub>.

Il periodo di conservazione ha rivelato l'effetto della deossigenazione sul colore, evidenziando una migliore tenuta del vino Deox che ha mantenuto una colorazione più scarica (0,042) rispetto al Test (0,059). Da segnalare anche l'anidride solforosa libera e totale che, nella tesi Deox, si è mantenuta più elevata, rilevando un minore consumo nella protezione dall'ossigeno e quindi anche un prolungamento ulteriore del suo effetto protettivo nel tempo.

**Tabella 3.5.2. Analisi chimica condotta su vino bianco tal quale (Test) e sul campione sottoposto ad assorbimento dell'ossigeno (Deox) al momento del confezionamento e dopo 6 mesi di conservazione.**

ANALISI		TEST	DEOX	TEST	DEOX
VINO BIANCO		0	0	6 mesi	6 mesi
Densità		0,99561	0,99558	0,99561	0,99558
Alcol effettivo	vol%	10,62	10,69	10,61	10,69
Zuccheri	g/L	6,79	6,21	6,75	6,21
Alcol complessivo	vol%	11,03	11,06	11,03	11,06
Estratto secco totale	g/L	25,07	25,18	25,09	25,18
Estratto non riduttore	g/L	18,28	18,97	18,34	18,97
pH		3,23	3,23	3,23	3,23
Acidità Totale	g/L	5,37	5,52	5,35	5,52
Acidità Volatile	g/L	0,16	0,16	0,17	0,16
Acido Tartarico	g/L	2,26	2,27	2,24	2,27
Acido Malico	g/L	0,46	0,46	0,44	0,46
Acido Lattico	g/L	1,11	1,11	1,12	1,11
Acido Citrico	g/L	0,50	0,49	0,48	0,49
Glicerolo	g/L	4,1	4,3	4,1	4,4
Polifenoli Totali	mg/L	190	192	195	194
DO 420 nm		0,042	0,038	0,059	0,042
Anidride Solforosa Totale	mg/L	102	107	90	100
Anidride Solforosa Libera	mg/L	29	34	12	23

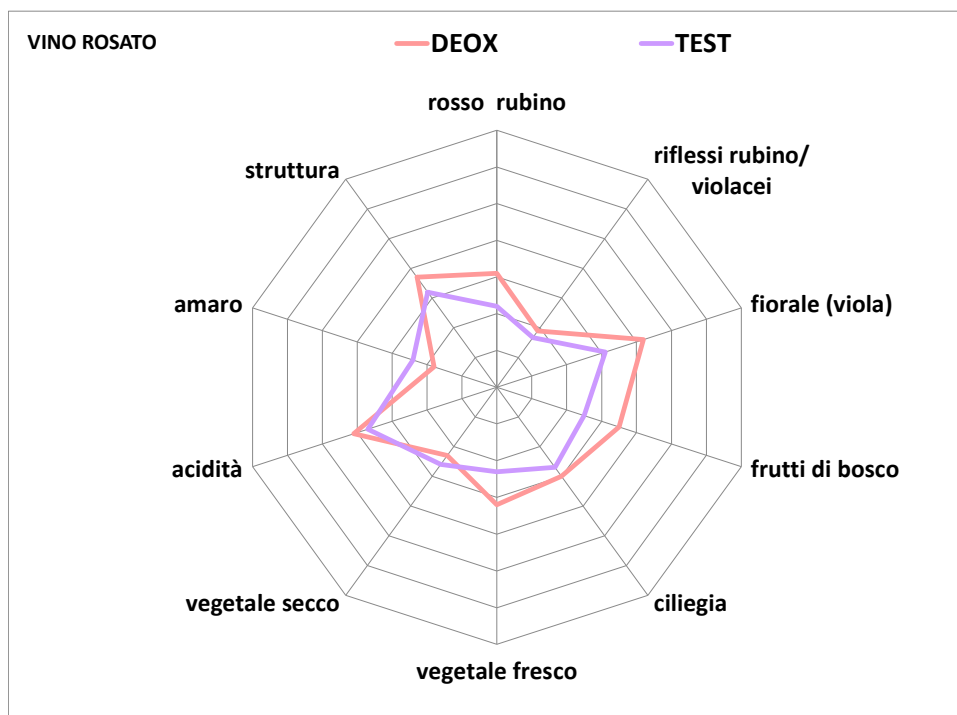
Sui campioni di vino della prova è stato valutato l'andamento dell'ossigeno dal confezionamento ( $T_0$ ), sino al sessantesimo giorno dopo tale operazione. I valori ottenuti sono riportati in **Tabella 3.5.3**. Dall'analisi dei risultati rilevati, al  $T_0$  appare evidente il maggiore contenuto in ossigeno presente nei vini non trattati con l'impianto di deossigenazione. L'ossigeno presente viene consumato in maniera proporzionale nei processi chimico fisici del vino, raggiungendo valori minimi in 60 giorni. Questo ossigeno entra, in parte, nei processi di protezione attivati dall'anidride solforosa, ma in parte attiva fenomeni di ossidazione, che impattano negativamente la shelf-life del vino. Partire da valori iniziali più elevati incrementa questo effetto, pertanto l'impianto innovativo assume un ruolo determinante per ridurre le conseguenze negative dell'ossigeno sul vino.

**Tabella 3.5.2. Andamento della concentrazione di ossigeno disciolto nei vini a partire dal confezionamento ( $T_0$ ) e dopo 10, 30 e 60 giorni.**

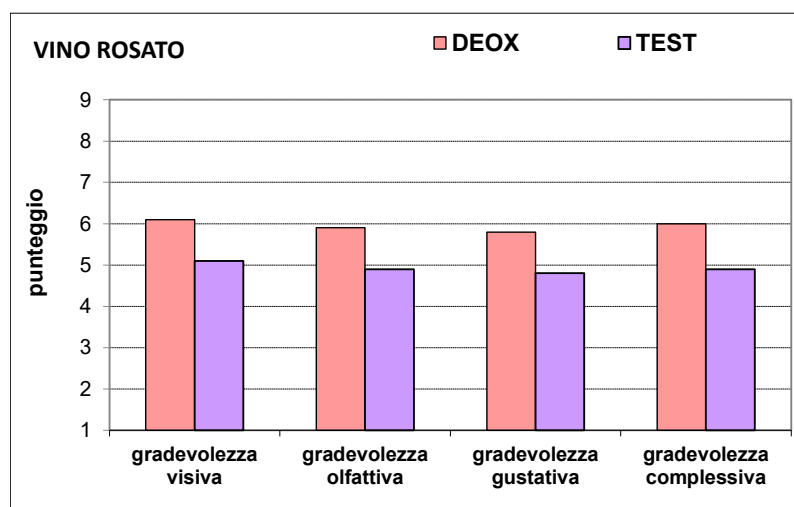
OSSIGENO	VINO ROSATO		VINO BIANCO	
	TEST	DEOX	TEST	DEOX
<b>T0 ppm</b>	3,40	0,85	1,80	0,56
<b>10 gg ppm</b>	2,10	0,75	1,15	0,44
<b>30 gg ppm</b>	0,82	0,38	0,68	0,25
<b>60 gg ppm</b>	0,12	0,12	0,15	0,16

### Analisi sensoriale

Dopo 6 mesi di conservazione i vini oggetto della prova sono stati sottoposti ad analisi sensoriale. All'analisi descrittiva (**Figura 3.5.1**), il vino rosato Deox ha presentato un colore più attraente, note olfattive più intense, floreali, fruttate e vegetali. Inoltre, al gusto tale tesi si presentava meno amara e con migliore struttura, esprimendo una maggiore freschezza. Nel test di gradevolezza (**Figura 3.5.2**) la tesi deossigenata ha prevalso in tutti gli aspetti.



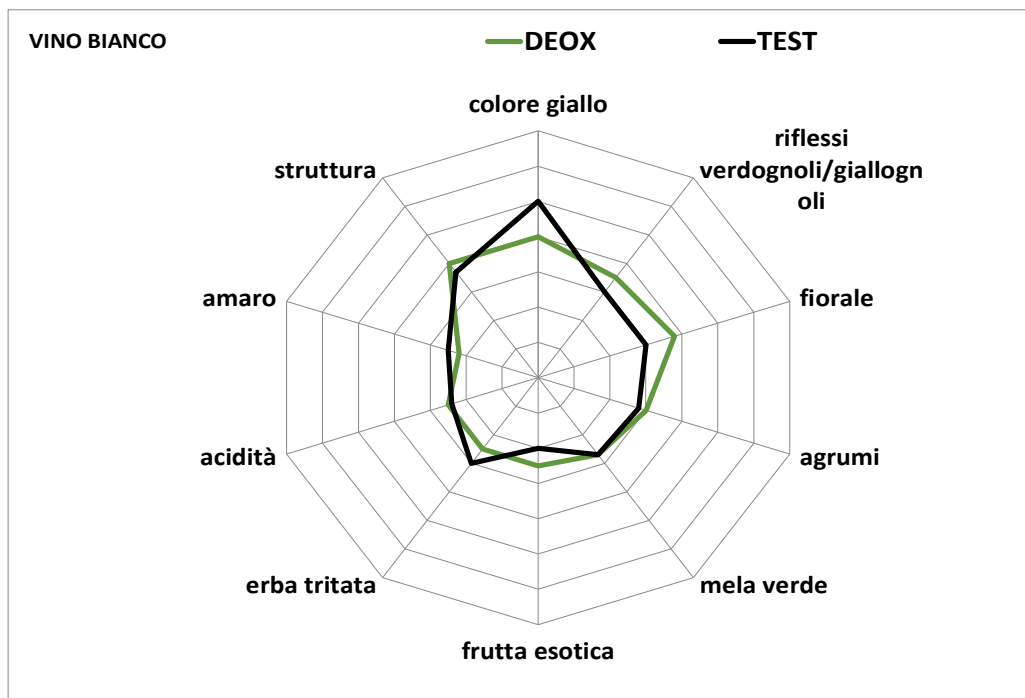
**Figura 3.5.1. Descrittori sensoriali (spider plot) dei vini rosati, Test (testimone) e Deox (sottoposto a deossigenazione), dopo 6 mesi di conservazione.**



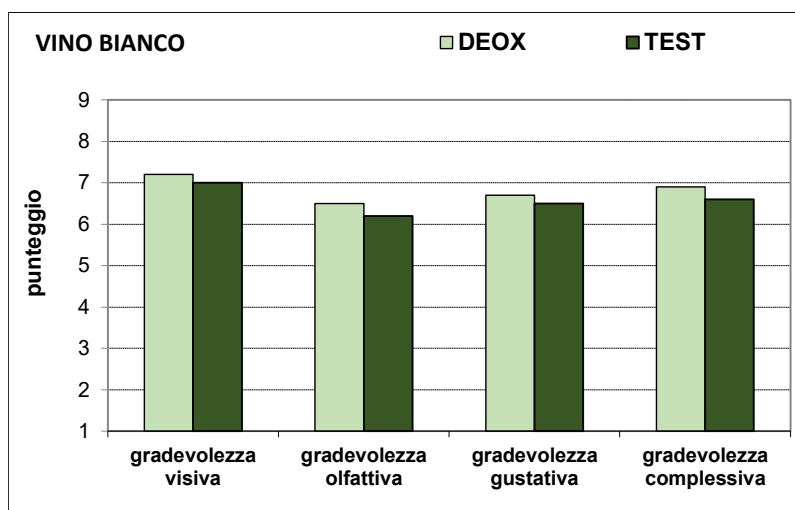
**Figura 3.5.1. Test di gradevolezza dei vini rosati, Test (testimone) e Deox (sottoposto a deossigenazione), dopo 6 mesi di conservazione.**



L'analisi dei descrittori sensoriali (**Figura 3.5.3**) condotta sui vini bianchi, dopo 6 mesi di conservazione, ha rivelato interessanti peculiarità nella tesi Deox. Tale vino ha, infatti mostrato una colorazione più attraente, note olfattive più intense, sia floreali, che fruttate. Inoltre, al gusto il vino Deox si presentava meno amaro e con migliore struttura. A livello di gradevolezza (**Figura 3.5.4**) la tesi deossigenata ha quindi prevalso in tutti gli aspetti.



**Figura 3.5.3. Descrittori sensoriali (spider plot) dei vini bianchi, Test (testimone) e Deox (sottoposto a deossigenazione), dopo 6 mesi di conservazione.**



**Figura 3.5.4. Test di gradevolezza dei vini bianchi, Test (testimone) e Deox (sottoposto a deossigenazione), dopo 6 mesi di conservazione.**

Nel corso delle degustazioni sono emerse anche alcune valutazioni espresse dai giudici, che è utile riportare. I vini si presentavano all'olfatto con aspetti floreali diversi, ma comunque gradevoli. Le tesi Deox denotavano una maggiore freschezza, una più vivace colorazione e anche un gusto più pieno. Il positivo effetto del trattamento sul vino è stato, quindi, pienamente percepito dai giudici.

#### Protocollo per il corretto utilizzo di un innovativo impianto di adsorbimento dell'ossigeno.

La regolazione dei gas ottenibile mediante l'impianto innovativo comprende tutti i trattamenti di riduzione e impregnazione dei gas nel vino, ovvero la riduzione di O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> nei vini rossi giovani, la deossigenazione effettuata immediatamente prima dell'imbottigliamento o stoccaggio per la vinificazione, la preservazione di CO<sub>2</sub> per la freschezza dei vini bianchi e rosati durante l'imbottigliamento. Il sistema può essere installato prima della linea di imbottigliamento al fine di regolare la concentrazione dei gas del prodotto finale o tra i serbatoi per il trasferimento nelle vasche di deposito. Questa seconda soluzione è quella scelta da Caviro per il trattamento dei propri vini.

Il componente principale dell'impianto è un sistema di membrane idrofobiche che filtra le piccole molecole gassose grazie ai pori di dimensione definita. Poiché attraverso la barriera passano solo i gas con basso peso molecolare, le proprietà strutturali del vino dopo la regolazione dei gas rimangono inalterate, evitando la perdita di componenti aromatici.

#### **2.2.1.5.4 Conclusioni**

Alla luce dei risultati ottenuti si può sicuramente affermare che il trattamento di deossigenazione è estremamente utile e che l'impianto innovativo acquistato da Caviro svolge positivamente la sua funzione, incrementando la qualità del vino.

L'effetto di prolungamento della *shelf life* dei prodotti trattati emerge sia dai dati analitici inerenti la stabilità del vino, sia alla valutazione sensoriale in cui si denota il mantenimento di una maggiore freschezza olfattiva e gustativa.

L'impianto innovativo utilizzato ha, inoltre, presentato gli aspetti positivi di seguito elencati:

- riduzione fino al 95% di O<sub>2</sub> disciolto;
- gestione automatica dei flussi per limitare fenomeni di "Fouling" delle membrane;
- misure di concentrazioni di O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> disciolti in continuo;
- facile gestione di tutti i cicli di produzione e lavaggio;
- ridotto consumo di acqua;
- flessibilità d'impiego (in linea, a passaggio o in ricircolo).

### **Sotto-azione 3.6**

Sotto-azione 3.6: Valutazione della Carbon footprint attraverso metodiche LCA sui diversi percorsi di gestione innovativi.

### **Unità Aziendale responsabile (Uar)**

La prova è stata condotta da CRPV (Uar), in collaborazione con gli enologi e i cantinieri di CAVIRO. Le unità verranno esplicitate per ogni singola attività.

### **Descrizione attività**

#### **2.2.1.6.1 Obiettivi**

L'obiettivo della presente sotto-azione è stato quello di valutare gli effetti sull'ambiente, in termini di impronta di carbonio, della produzione di vino ottenuto attraverso l'applicazione delle tecniche innovative di gestione del vigneto e della cantina.

#### **2.2.1.1.2 Materiali e metodi**

Per la determinazione della Carbon Footprint ci si è avvalsi della metodica LCA (*Life Cycle Assessment*), procedimento oggettivo di valutazione dei carichi energetici ed ambientali relativi ad un processo, effettuato attraverso l'identificazione dell'energia e dei materiali usati e dei rifiuti rilasciati nell'ambiente.

Sono stati presi in esame i vini prodotti a partire dai seguenti percorsi di gestione agronomica ed enologica:

- Vino bianco da Trebbiano, allevato a doppia cortina e Guyot, con gestione meccanizzata degli interventi agronomici e utilizzo di tecnologie enologiche innovative (adsorbimento ossigeno).
- Vino bianco da Trebbiano, allevato a doppia cortina e Guyot, con gestione manuale degli interventi agronomici e utilizzo di tecnologie enologiche tradizionali.
- Vino rosso da Sangiovese, allevato a cordone speronato e libero, con gestione meccanizzata degli interventi agronomici e utilizzo di tecnologie enologiche innovative.
- Vino rosso da Sangiovese, allevato a cordone speronato e libero, con gestione manuale degli interventi agronomici e utilizzo di tecnologie enologiche tradizionali.
- Vino rosato da Sangiovese, allevato a cordone speronato e libero, con gestione meccanizzata degli interventi agronomici ed utilizzo di tecnologie enologiche innovative (adsorbimento ossigeno).
- Vino rosato da Sangiovese, allevato a cordone speronato e libero, con gestione manuale degli interventi agronomici ed utilizzo di tecnologie enologiche tradizionali.

Sono state prese in esame le fasi del ciclo produttivo inerenti la coltivazione del vigneto e quelle relative alla cantina fino alla produzione del vino in bottiglia (0,75 L) oppure in brik (1 L), che rappresentano pertanto le unità funzionali dell'analisi.

In particolare, sia per quanto riguarda la fase di campo che quella di cantina, i dati di inventario sono stati raccolti attraverso specifici questionari che hanno raccolto le principali informazioni riguardanti i flussi di energia e di materiali riguardanti il processo produttivo.

Per il calcolo del GWP (Global Warming Potential), CRPV ha adottato il codice di calcolo SimaPro e, principalmente, la banca dati Ecoinvent.

In particolare, sono stati inclusi nei confini del sistema i seguenti input/output e osservate le seguenti metodologie operative:

- La produzione dei mezzi tecnici e i consumi energetici impiegati nella fase di coltivazione del vigneto e di trasformazione in cantina.
- I rifiuti e il loro scenario di smaltimento (discarica o incenerimento, assumendo per i rifiuti destinati a riciclo solo il trasporto allo smaltitore senza assegnare impatto al processo di riciclo).
- I consumi idrici relativi alle operazioni agricole (irrigazione e trattamenti alla chioma) e di trasformazione.
- Le emissioni dirette di N<sub>2</sub>O in campo sono state stimate con il modello statistico di Stehfest e Bouwman (2006).
- Le emissioni indirette di N<sub>2</sub>O sono state stimate utilizzando la metodologia IPCC 2006.

I dati di inventario per la fase di campo sono stati raccolti in due aziende a Trebbiano (**Tabella 3.6.1**), per la produzione del vino bianco e in due a Sangiovese (**Tabella 3.6.2**), per la produzione del rosso e del rosato.

**Tabella 3.6.1. Principali caratteristiche delle Aziende Agricole che coltivano la cv. Trebbiano (raccolta 2019).**

Caratteristiche appezzamenti	Az. Agr. Carrelli Mirco	Az. Agr. Bellini Gianluca
Produzione integrata	Castel Bolognese (RA)	Cotignola (RA)
<b>Superficie (ha)</b>	1,78	10,5
<b>Resa 2019 (t/ha)</b>	41	18
<b>Forma allevamento</b>	GDC	Guyot
<b>Impianto irrigazione</b>	Fertirrigazione a goccia	Fertirrigazione a goccia
<b>Caratteristiche suolo</b>		
<b>Tessitura</b>	Franco-argilloso	Franco-limoso-argilloso
<b>S.O. (%)</b>	1,84	2,17
<b>pH</b>	8,07	7,89
<b>Input (principali)</b>		
<b>Consumi per operazioni colturali (kg/ha gasolio): MAN/MECC</b>	403/517	326/417
<b>Volume irriguo (m<sup>3</sup>/ha)</b>	1.500	1.500
<b>Unità fertilizzanti N</b>	76	110
<b>Quantità fitofarmaci (kg/ha)</b>	7,9	41
<b>Emissioni N<sub>2</sub>O da fertilizzanti</b>		
<b>N<sub>2</sub>O diretto (kg/ha)</b>	2,77	3,33

**Tabella 3.6.2. Principali caratteristiche delle Aziende Agricole che coltivano la cv. Sangiovese (raccolta 2019).**

Caratteristiche appezzamenti	Az. Agr. Ca' di Camilla Valbiano di Sarsina (FC)	Az. Agr. Monti Marco Farazzano di Forli (FC)
<b>Produzione integrata</b>		
<b>Superficie (ha)</b>	4	6,10
<b>Resa 2019 (t/ha)</b>	13	15,6
<b>Forma allevamento</b>	Cordone libero	Cordone speronato
<b>Impianto irrigazione</b>	no	si
<b>Caratteristiche suolo</b>		
<b>Tessitura</b>	franco	argilloso
<b>S.O. (%)</b>	1,27	1,21
<b>pH</b>	8,15	7,48
Input (principali)		
<b>Consumi per operazioni colturali (kg/ha gasolio): MAN/MECC</b>	152/228	233/393
<b>Volume irriguo (m<sup>3</sup>/ha)</b>	-	1.500
<b>Unità fertilizzanti N</b>	68	Nessun apporto
<b>Quantità fitofarmaci (kg/ha)</b>	55	51
Emissioni N <sub>2</sub> O da fertilizzanti		
<b>N<sub>2</sub>O diretto (kg/ha)</b>	3,14	3,73

Per la fase di cantina, i dati di inventario sono relativi allo stabilimento di Caviro ubicato a Forlì e vengono riassunti nella **Tabella 3.6.3** (vini bianchi e rosati) e **Tabella 3.6.4** (vini rossi).

**Tabella. 3.6.3. Principali dati di inventario a ettolitro per la produzione dei vini bianchi e rosati.**

Stabilimento Caviro - Forlì	Vinificazione tradizionale	Vinificazione con adsorbimento O <sub>2</sub>
<b>Consumi energetici</b>		
<b>Energia elettrica</b>	7,06 kWh/hL di cui 4 da rinnovabili (biodigestore)	7,065 kWh/hL di cui 4 da rinnovabili (biodigestore)
<b>Metano</b>	1,3 m <sup>3</sup> /hL	1,3 m <sup>3</sup> /hL
<b>Materiali</b>		
<b>Ac. tartarico</b>	non presente Ecoinvent	non presente Ecoinvent
<b>Lieviti</b>	20 g/hL	20 g/hL
<b>Bentonite</b>	60 g/hL	60 g/hL
<b>Anidride solforosa</b>	20 g/hL	20 g/hL
<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 35%</b>	50 g/hL	50 g/hL
<b>Ipoclorito sodio 15%</b>	6 g/hL	6 g/hL
<b>Idrossido sodio 30%</b>	40 g/hL	40 g/hL
<b>Ac. Solforico 50%</b>	18 g/hL	18 g/hL
<b>Urea 46% N</b>	2,5 g/hL	2,5 g/hL
<b>Enoidrosan</b>	11 g/hL	11 g/hL
<b>Rifiuti</b>		
<b>Materiali plastici: 0,048 kg/hL</b>		
<b>Vetro: 0,2 kg/hL</b>		
<b>Carta e cartone: 0,22 kg/hL</b>		

**Tabella 3.6.4. Principali dati di inventario ad ettolitro per la produzione dei vini rossi.**

<b>Stabilimento Caviro - Forlì</b>	<b>Vinificazione tradizionale</b>	<b>Sistema innovativo</b>
<b>Consumi energetici</b>		
<b>Energia elettrica</b>	7,065 kWh/hL di cui 4 da rinnovabili (biodigestore)	7,091 kWh/hL di cui 4 da rinnovabili (biodigestore)
<b>Metano</b>	1,3 m <sup>3</sup> /hL	1,3 m <sup>3</sup> /hL
<b>Materiali</b>		
<b>Ac. tartarico</b>	non presente Ecoinvent	non presente Ecoinvent
<b>Lieviti</b>	25 g/hL	25 g/hL
<b>Bentonite</b>	100 g/hL	100 g/hL
<b>Anidride solforosa</b>	25 g/hL	25 g/hL
<b>Trucioli (legno duro)</b>	300 g/hL	300 g/hL
<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 35%</b>	50 g/hL	50 g/hL
<b>Ipoclorito sodio 15%</b>	6 g/hL	6 g/hL
<b>Idrossido sodio 30%</b>	40 g/hL	40 g/hL
<b>Ac. Solforico 50%</b>	18 g/hL	18 g/hL
<b>Urea 46% N</b>	2,5 g/hL	2,5 g/hL
<b>Enoidrosan</b>	11 g/hL	11 g/hL
<b>Rifiuti</b>		
<b>Materiali plastici: 0,048 kg/hL</b>		
<b>Vetro: 0,2 kg/hL</b>		
<b>Carta e cartone: 0,22 kg/hL</b>		
<b>Legno: 0,3 kg/hL</b>		



Nella **Tabella 3.6.5** viene riportata la categorizzazione dei risultati (GWP) per fasi emissive rilevanti relativa alla produzione agricola.

**Tabella 3.6.5. Descrizione delle categorie di impatto considerate nella fase agricola.**

<b>Classificazione</b>	<b>Descrizione</b>
<b>Operazioni colturali</b>	Consumi energetici per operazioni di coltivazione (lavorazioni terreno, semine, trinciature, potature, fertilizzazioni, diserbi, trattamenti fitosanitari, operazioni di raccolta, ecc.)
<b>Irrigazione</b>	Consumi energetici e consumo idrico per l'irrigazione
<b>Fertilizzanti</b>	Produzione fertilizzanti
<b>Agrofarmaci</b>	Produzione agrofarmaci
<b>Emissioni da uso di fertilizzanti</b>	Emissioni dirette e indirette di N <sub>2</sub> O, NO, NH <sub>3</sub> nella coltivazione

Le emissioni della fase di cantina sono state divise in consumi energetici, materiali e rifiuti.

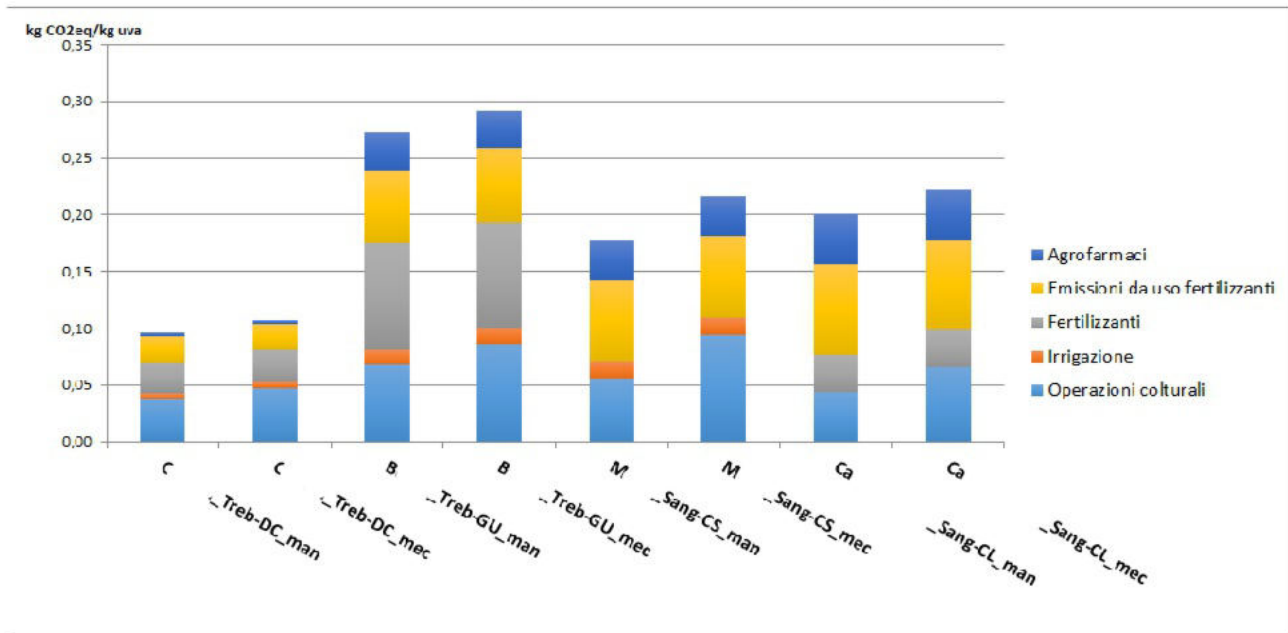
Per la fase di confezionamento è stata considerata sia la bottiglia in vetro da 0,75L (compreso il tappo a vite) che il brik da 1L (poliaccoppiato e tappo di HDPE) per il vino bianco e rosato e il solo brik per il rosso.

### 2.2.1.6.3 Risultati e discussione

Nella Tabella 3.6.6 e nella Figura 3.6.1 sono riportati i risultati delle elaborazioni LCA, espresse in termini di kg CO<sub>2</sub>eq/kg uva, per la sola fase agricola.

Azienda		Operazioni colturali	Irrigazione	Fertilizzanti	Emissioni da uso fertilizzanti	Agrofarmaci	Totale
_Treb-DC_manuale	kg CO2 eq	0,037	0,0059	0,028	0,023	0,0029	<b>0,096</b>
	%	38,3%	6,1%	28,8%	23,9%	3,0%	100%
_Treb-DC_meccanizzata	kg CO2 eq	0,047	0,0059	0,028	0,023	0,0029	<b>0,107</b>
	%	44,3%	5,5%	26,0%	21,5%	2,7%	100%
_Treb-GU_manuale	kg CO2 eq	0,068	0,0134	0,094	0,064	0,033	<b>0,272</b>
	%	24,9%	4,9%	34,4%	23,6%	12,2%	100%
_Treb-GU_meccanizzata	kg CO2 eq	0,087	0,0134	0,094	0,064	0,033	<b>0,291</b>
	%	29,8%	4,6%	32,2%	22,1%	11,4%	100%
_Sang-CS_manuale	kg CO2 eq	0,056	0,0154	-	0,071	0,035	<b>0,178</b>
	%	31,4%	8,7%	-	40,0%	19,9%	100%
_Sang-CS_meccanizzata	kg CO2 eq	0,094	0,0154	-	0,071	0,035	<b>0,216</b>
	%	43,6%	7,1%	-	32,9%	16,4%	100%
_Sang-CL_manuale	kg CO2 eq	0,044	-	0,033	0,080	0,045	<b>0,201</b>
	%	21,8%	-	16,3%	39,7%	22,2%	100%
_Sang-CL_meccanizzata	kg CO2 eq	0,066	-	0,033	0,080	0,045	<b>0,223</b>
	%	29,4%	-	14,7%	35,8%	20,1%	100%

**Tabella 3.6.6. IPCC GWP 100a della produzione di uve. (kg CO<sub>2</sub>eq/kg prodotto, dati 2018/19).**



**Figura 3.6.1. IPCC GWP 100a della produzione di uva. (kg CO<sub>2</sub>eq/kg prodotto, dati 2018/19).**

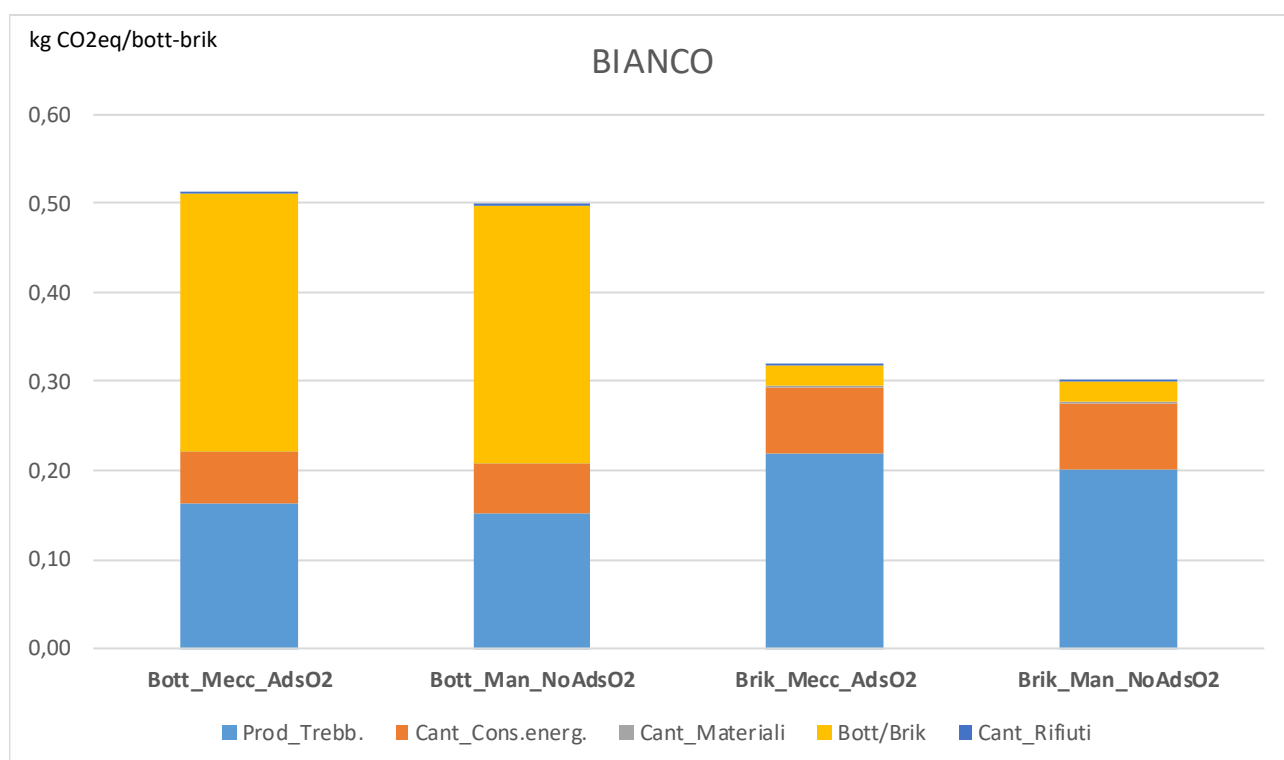
L’Azienda C pur considerati i consumi di carburante più elevati, è quella con le emissioni più basse (0,096-0,107 kg CO<sub>2</sub>eq/kg uva), in virtù di una resa produttiva molto più alta degli altri casi considerati (41 t/ha contro le 13-18 t/ha). L’Azienda B è invece quella con le emissioni più elevate (0,27-0,29 kg CO<sub>2</sub>eq/kg uva) in conseguenza soprattutto del più alto apporto di fertilizzanti, tra organici di pieno campo e prodotti di sintesi per fertirrigazione.

Le due aziende che coltivano Sangiovese si pongono su valori simili (poco al di sotto o al di sopra dei 0,2 kg CO<sub>2</sub>eq/kg uva). L’Azienda M consuma più carburante dell’altra, ma non apporta fertilizzanti; si evidenzia che le emissioni da uso di fertilizzanti, presenti anche nell’Azienda M sono da considerarsi derivanti dalla mineralizzazione della sostanza organica.

In tutti i casi, la meccanizzazione delle operazioni colturali comporta un maggiore consumo di carburante che incrementa le emissioni, rispetto alla gestione tradizionale, dal 6,9% nell’Azienda B che coltiva la cv. Trebbiano al 21,6% nell’Azienda M che coltiva la varietà Sangiovese. Venendo ai risultati del prodotto finito, nella **Tabella 3.6.7** e nella **Figura 3.6.2** vengono riportati i valori di GWP per il **vino bianco** ottenuto dalla linea innovativa (gestione meccanizzata e adsorbimento O<sub>2</sub>) e dalla linea tradizionale (gestione manuale senza adsorbimento O<sub>2</sub>).

**Tabella 3.6.7. IPCC GWP 100a della produzione di VINO BIANCO (kg CO<sub>2</sub>eq/bottiglia-brik).**

Tesi	Prod_Treb.	Cant_Cons.energ	Cant_Materiali	Bott/Brik	Cant_Rifiuti	Totale
<b>Bott_Mecc_AdsO<sub>2</sub></b>	0,16	0,0564	0,0010	0,29	0,0012	<b>0,511</b>
	32,1%	11,0%	0,2%	56,5%	0,2%	100,0%
<b>Bott_Man_NoAdsO<sub>2</sub></b>	0,15	0,0563	0,0010	0,29	0,0012	<b>0,498</b>
	30,3%	11,3%	0,2%	58,0%	0,2%	100,0%
<b>Brik_Mecc_AdsO<sub>2</sub></b>	0,22	0,0752	0,0013	0,02	0,0015	<b>0,320</b>
	68,3%	23,5%	0,4%	7,3%	0,5%	100,0%
<b>Brik_Man_NoAdsO<sub>2</sub></b>	0,20	0,0751	0,0013	0,02	0,0015	<b>0,303</b>
	66,5%	24,8%	0,4%	7,7%	0,5%	100,0%



**Figura 3.6.2 - IPCC GWP 100a della produzione di vino bianco (kg CO<sub>2</sub>eq/bottiglia-brik).**

Le emissioni vanno da 0,50/0,51 kg CO<sub>2</sub>eq/bottiglia a 0,30/0,32 kg CO<sub>2</sub>eq/brik, con un incremento dei valori del percorso produttivo innovativo, maggiormente energivoro sia nella fase di campo che in quella di cantina, rispetto a quello tradizionale, rispettivamente del 2,6% e del 5,8%.

Per il vino confezionato in bottiglia, quest'ultima incide per il 56,5-58% delle intere emissioni, seguita dalla fase produttiva delle uve, che pesa per il 30-32%. Per il vino confezionato in brik, assume maggiore importanza la produzione delle uve (66-68%), seguita dai consumi energetici della cantina; il brik pesa nel processo produttivo per meno dell'8%. Si evidenzia che l'impatto della fase agricola

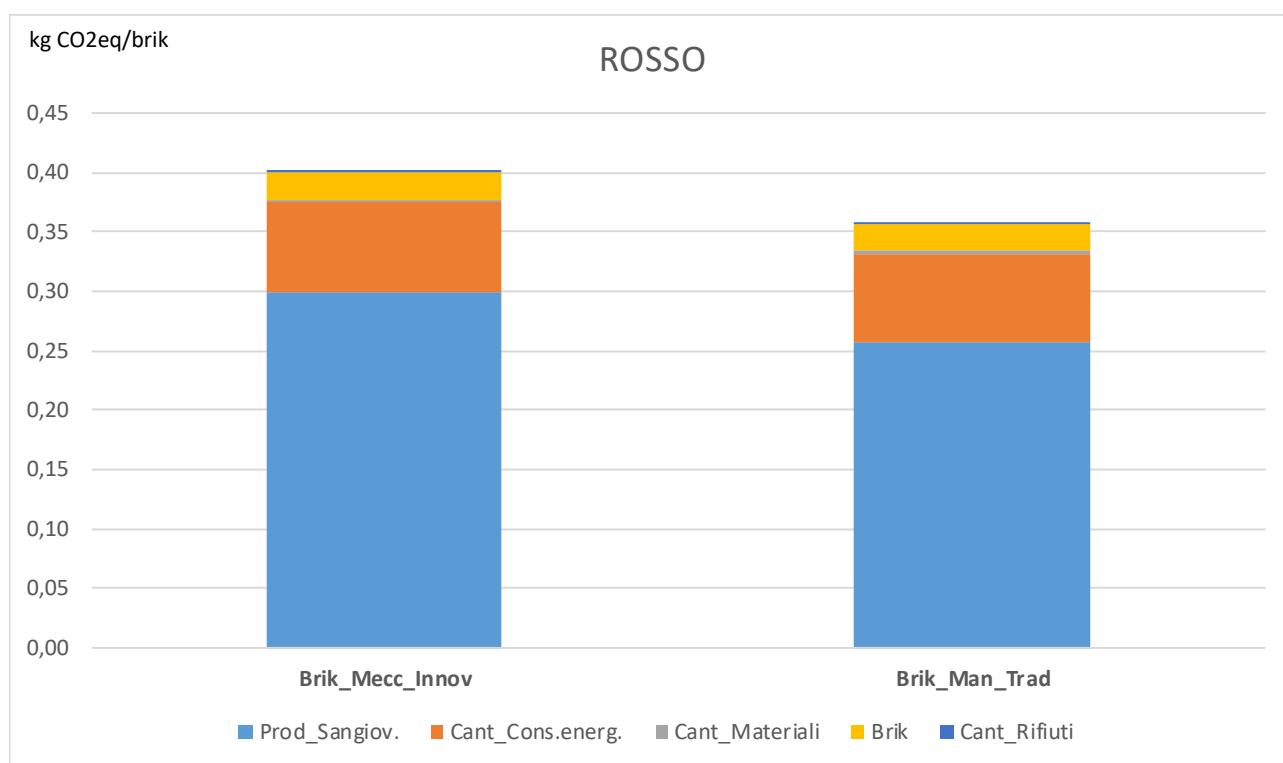
cambia a seconda del tipo di confezionamento essendo riferita a 0,75L per la bottiglia e 1L per il brik, conseguentemente è più alta per il secondo caso.

In tutti i casi, il peso dei materiali e dei rifiuti relativi al processo di trasformazione non superano lo 0,5% delle intere emissioni.

Nella **Tabella 3.6.8** e nella **Figura 3.6.3** vengono riportati i valori di GWP per il **vino rosso** ottenuto dalla linea innovativa (gestione meccanizzata ed infusione trucioli mediante impianto innovativo) e della linea tradizionale (gestione ed infusione trucioli manuale).

**Tabella. 3.6.8. IPCC GWP 100a della produzione di VINO ROSSO (kg CO<sub>2</sub>eq/brik).**

Tesi	Prod_Sangiov.	Cant_Cons.energ.	Cant_Materiali	Bott/Brik	Cant_Rifiuti	Totale
<b>Brik_Mecc_Innov</b>	0,30	0,0753	0,0019	0,02	0,0008	<b>0,401</b>
	74,7%	18,8%	0,5%	5,9%	0,2%	100,0%
<b>Brik_Man_Trad</b>	0,26	0,0752	0,0019	0,02	0,0008	<b>0,359</b>
	71,7%	21,0%	0,5%	6,5%	0,2%	100,0%



**Figura 3.6.3. IPCC GWP 100a della produzione di vino rosso. (kg CO<sub>2</sub>eq/brik).**

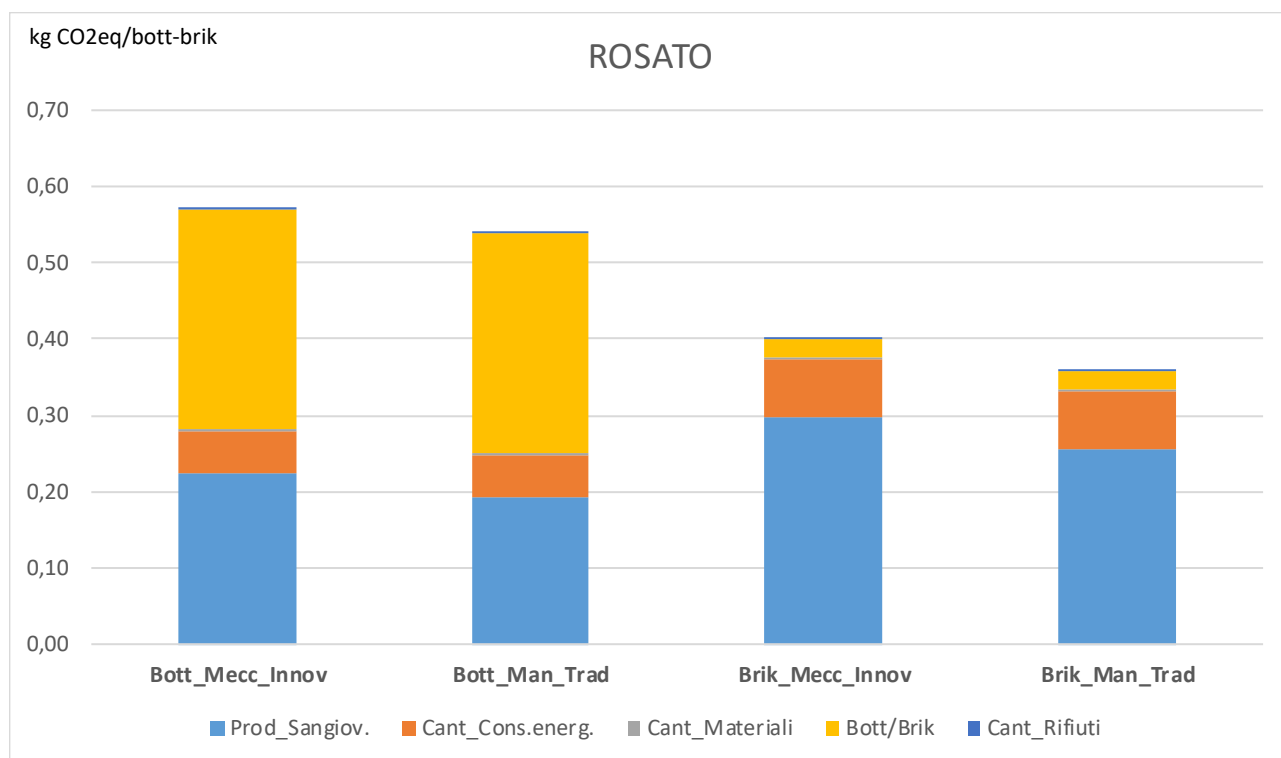
In questo caso le emissioni passano da 0,36 CO<sub>2</sub>eq/brik per il processo produttivo tradizionale a 0,40 CO<sub>2</sub>eq/brik per quello innovativo, con un incremento dell'11,8%.

La fase che incide maggiormente, con oltre il 70% delle intere emissioni, è quella per la produzione del Sangiovese, seguita dai consumi energetici in cantina, con circa il 20%; il brik stavolta pesa ancora meno della produzione del vino bianco, con il 6-6,5%.

Per concludere, nella **Tabella 3.6.9** e nella **Figura 3.6.4** vengono riportati i valori di GWP per il **vino rosato** ottenuto dalla linea innovativa (gestione meccanizzata ed infusione trucioli mediante impianto innovativo) e della linea tradizionale (gestione ed infusione trucioli manuale).

**Tabella 3.6.9. IPCC GWP 100a della produzione di VINO ROSATO. (kg CO<sub>2</sub>eq/bottiglia-brik.)**

Tesi	Prod_Sangiovese	Cant_Cons.energ.	Cant_Materiali	Bott/Brik	Cant_Rifiuti	Totale
<b>Bott_Mecc_AdsO<sub>2</sub></b>	0,22	0,0564	0,0010	0,29	0,0012	<b>0,571</b>
	39,2%	9,9%	0,2%	50,5%	0,2%	<b>100,0%</b>
<b>Bott_Man_NoAdsO<sub>2</sub></b>	0,19	0,0563	0,0010	0,29	0,0012	<b>0,540</b>
	35,7%	10,4%	0,2%	53,5%	0,2%	<b>100,0%</b>
<b>Brik_Mecc_AdsO<sub>2</sub></b>	0,30	0,0752	0,0013	0,02	0,0015	<b>0,400</b>
	74,6%	18,8%	0,3%	5,9%	0,4%	<b>100,0%</b>
<b>Brik_Man_NoAdsO<sub>2</sub></b>	0,26	0,0751	0,0013	0,02	0,0015	<b>0,358</b>
	71,7%	21,0%	0,4%	6,5%	0,4%	<b>100,0%</b>



**Figura 3.6.4. IPCC GWP 100a della produzione di vino rosato (kg CO<sub>2</sub>eq/bottiglia-brik).**

Per quanto riguarda il rosato in brik vale sostanzialmente quanto scritto per il rosso andando a sovrapporre i risultati con una differenza a livello di terzo decimale. Per la bottiglia, il percorso innovativo comporta un incremento delle emissioni del 5,8%; anche in questo caso il contenitore in vetro pesa per oltre il 50% delle intere emissioni.

#### **2.2.1.6.4 Conclusioni**

In conclusione, in tutti e tre le tipologie di vino, il percorso produttivo innovativo (meccanizzazione delle operazioni colturali e tecniche enologiche innovative) ha comportato degli aumenti di emissioni rispetto alle tecniche tradizionali che sono andati dal 2,6% del bianco in bottiglia all'11,8% del rosso in brik (infusione trucioli). Osservando le **Tabelle 3.6.7, 3.6.8 e 3.6.9**, si nota che il peso principale di queste differenze deriva dalla fase di campo; a tal proposito si evidenzia che, a fronte delle diverse tecniche colturali adottate, relativamente all'annata 2019, non si sono rilevate quelle differenze in termini di resa produttiva che avrebbero potuto eventualmente mitigare l'impatto dei maggiori consumi di carburante derivanti dalla maggiore meccanizzazione delle operazioni colturali.



## 2.2.2 COSTIAZIONE 3

### a) *Personale dipendente: Unità Operativa CAVIRO*

<i>Nome e cognome</i>	<i>Ruolo nel Piano</i>	<i>Qualifica</i>	<i>Rapporto di lavoro</i>	<i>Impegno ore/uomo</i>	<i>Costo a ora</i>	<i>Costo totale (€)</i>
	Supporto e coordinamento attività	Enologo	TD	60 h	30,4 €	1.824,57 €
	Supporto prove enologiche	Enologo	TI	242 h	33,79 €	8.177,56 €
<b>TOTALE PERSONALE (a)</b>						<b>€ 10.002,13</b>

### b) *Trasferte*

<i>Cognome e Nome</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Importo (Euro)</i>
		0
<b>TOTALE TRASFERTE (b)</b>		<b>€ 0</b>
<b>TOTALE (a+b)</b>		<b>€ 0</b>

### c) *Collaborazioni, consulenze, altri servizi: Unità Operativa CRPV*

<i>Ragione sociale della società di consulenza</i>	<i>Importo contratto</i>	<i>Attività realizzate</i>	<i>costo totale (€)</i>
C.R.P.V. SOC. COOP.	€ 285.000,00	Come da preventivo e da contratto approvato	€ 241.000,00
<b>TOTALE</b>			<b>€ 241.000,00</b>

## TOTALE AZIONE 3:

<i>Unità Aziendale responsabile</i>	<i>Personale/trasferte</i>	<i>Costo (€)</i>
CAVIRO	<i>Personale</i>	€ 10.002,13
	<i>Trasferte</i>	0
CRPV	<i>Consulenze</i>	€ 241.000,00
<b>TOTALE</b>		<b>€ 251.002,13</b>

## 2.3 AZIONE 4 – PIANO DI DIVULGAZIONE DI TRASFERIMENTO DEI RISULTATI E IMPLEMENTAZIONE DELLA RETE PEI

### 2.3.1 Attività e risultati

<b>Azione</b>
---------------

Azione 4 - DIVULGAZIONE

<b>Unità Aziendale responsabile (Uar)</b>
---

CRPV

<b>Descrizione attività</b>
-----------------------------

La divulgazione dell'innovazione alle imprese agricole e operatori del settore vitivinicolo, costituisce un'azione fondamentale del Piano. Il CRPV, su incarico di CAVIRO, ha attivato il proprio personale per sviluppare questa attività sin dalle prime fasi del Progetto.

Uno degli obiettivi di questa azione è stato quello di concretizzare un efficace collegamento funzionale *multi actor* tra innovazione, trasferimento e applicazione e stimolare lo sviluppo e applicazione dell'innovazione lungo la filiera. La fase di divulgazione ha, pertanto, perseguito l'obiettivo di diffondere le informazioni-innovazioni valutate nel corso del Piano, non solo ai membri delle Unità Operative, ma anche a una più ampia gamma di *stakeholders* del settore agricolo. Il CRPV ha messo a disposizione delle Unità Operative un indirizzario che conta migliaia di utenti, una mailing list di oltre 1.500 indirizzi, un portale che conta circa 10.000 visitatori all'anno oltre a considerare che già la sua base sociale contribuisce nel suo complesso a produrre circa il 60% della PLV vegetale regionale.

Come preventivato nel Progetto, il Piano di Comunicazione è stato sviluppato dall'operato del personale CRPV in collaborazione con la struttura del Beneficiario (CAVIRO), al fine di sviluppare una "Comunicazione sostenibile", ossia organizzare iniziative utili a mostrare i risultati via via raggiunti dalle attività del Progetto e sistemi di divulgazione logisticamente tali da limitare quanto più possibile gli spostamenti degli utenti, pur garantendo una visibilità massima delle innovazioni che meritavano evidenza sin dalle prime fasi di sviluppo del Piano.

In accordo con i responsabili delle Unità Operative, il personale CRPV ha, quindi, organizzato e gestito le seguenti iniziative e azioni di diffusione: **4 Visite guidate** nei vigneti delle aziende socie in cui sono stati messi a punto, per il Trebbiano Romagnolo e il Sangiovese, modelli di meccanizzazione innovativi, dalla potatura alla raccolta, e in cui sono state applicate tecniche a basso impatto ambientale per la gestione meccanizzata del suolo, della concimazione e della difesa e del vigneto; **4 Incontri tecnici**, **2 Articoli tecnici** (pubblicati sulla Rivista VVQ – vigne, vini e qualità), **1 Convegno** (webinar) e **1 Registrazione audio-video** (visionabile al link <https://progetti.crpv.it/Home/ProjectDetail/47>, sezione video), **che illustra i principali risultati**

**ottenuti nell'ambito del Progetto.** Le iniziative svolte hanno visto la partecipazione di numerosi *stakeholders* (Tabella 4.1).

Tutte le iniziative realizzate hanno rappresentato anche momenti di discussione e confronto sul tema oggetto dell'evento, permettendo, così, un utile scambio di esperienze e risposte a vantaggio di tutti i partecipanti e delle Unità Operative stesse.

Inoltre, il CRPV ha messo a disposizione delle Unità Operative il proprio **Portale Internet**, affinché le attività e i risultati conseguiti nel presente Piano siano facilmente identificabili e fruibili dall'utenza. All'interno del portale CRPV è stata individuata una pagina dedicata al Piano, composta da una testata e da un dettaglio dove sono stati caricati tutti i dati essenziali del Progetto e gli aggiornamenti relativi alle attività condotte (<https://progetti.crpv.it/Home/ProjectDetail/47>). Inoltre, attraverso un contatto continuo con il Responsabile del Piano, un referente CRPV ha proceduto all'aggiornamento della pagina con notizie, informazioni e materiale divulgativo ottenuti durante lo sviluppo del Piano. Questo lavoro ha contribuito, unitamente alla pubblicazione dei risultati, alla consultazione dell'elenco dei Piani coordinati da CRPV e a permettere una maggior diffusione delle informazioni e trasferimento dei risultati raggiunti. Questo strumento comunicativo e divulgativo consente altresì di poter visionare collegamenti e sinergie che il presente Piano ha anche con altri progetti e/o iniziative.

Come indicato nell'Azione 1, il personale CRPV si è fatto, inoltre, carico di predisporre in lingua italiana e inglese, le modulistiche richieste per la presentazione del Piano al fine del collegamento alla Rete PEI-Agri.

Visite Guidate		Incontri Tecnici		Pubblicazioni		Convegno		Audiovisivo	
Data	Titolo (Provincia) (n. presenze)	Data	Titolo (Provincia) (n. presenze)	Data	Titolo (Rivista)	Data	Titolo (Provincia) (n. presenze)	Data	Titolo
11/06/2016	“Pettinatura meccanica dei germogli nel Trebbiano Romagnolo allevato a GDC”. (RAVENNA) (n. 14) <a href="#">PIFCAVIROIncVisita11giugno19RA</a>	11/06/2016	“Pettinatura meccanica dei germogli nel Trebbiano Romagnolo allevato a GDC”. (RAVENNA) (n. 14) <a href="#">PIFCAVIROIncVisita11giugno19RA</a>	n.5, Luglio 2020	“Con la pettinatura meccanica si completa la gestione meccanizzata della Doppia Cortina”. (VVQ, vigne, vini e qualità).	25/06/2020	“Innovative soluzioni per una gestione meccanizzata e sostenibile del vigneto e della cantina - In.So.Wine”. (WEBINAR) (n.65) <a href="#">PIFCAVIROConvegnoStreaming25giugno20</a>  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=osw-3PDeKq4&amp;feature=youtu.be">https://www.youtube.com/watch?v=osw-3PDeKq4&amp;feature=youtu.be</a>	Maggio 2020	“Innovative soluzioni per una gestione meccanizzata e sostenibile del vigneto e della cantina - In.So.Wine”. <a href="https://progetti.crpv.it/Home/ProjectDetail/47">https://progetti.crpv.it/Home/ProjectDetail/47</a>
24/07/2019	“La difesa del vigneto con irroratrici a recupero di prodotto per una viticoltura sostenibile”. (RAVENNA) (n. 13) <a href="#">PIFCAVIROIncVisita24luglio19RA</a>	24/07/2019	“La difesa del vigneto con irroratrici a recupero di prodotto per una viticoltura sostenibile”. (RAVENNA) (n. 13) <a href="#">PIFCAVIROIncVisita24luglio19RA</a>	n.6, Settembre 2020	“Quattro esempi di vendemmia meccanica in Romagna”. (VVQ, vigne, vini e qualità)				
29/10/2019	“La fertilizzazione a rateo variabile”. (FORLI-CESENA) (n. 15) <a href="#">PIFCAVIROIncVisita29ottobre19FC</a>	29/10/2019	“La fertilizzazione a rateo variabile”. (FORLI-CESENA) (n. 15) <a href="#">PIFCAVIROIncVisita29ottobre19FC</a>						
16/12/2019	“Dimostrazione della potatura meccanica del Trebbiano Romagnolo allevato a GDC e del Pinot Bianco allevato a Cordone libero”. (RAVENNA) (n. 61) <a href="#">PIFC</a> <a href="#">PIFCAVIROIncVisita16dicembre</a>	16/12/2019	“Dimostrazione della potatura meccanica del Trebbiano Romagnolo allevato a GDC e del Pinot Bianco allevato a Cordone libero”. (RAVENNA) (n. 61) <a href="#">PIFC</a> <a href="#">PIFCAVIROIncVisita16dicembre</a>						
Tot = 4		Tot = 4		Tot = 2		Tot = 1		Tot = 1	

**Tabella 4.1. Descrizione delle iniziative di divulgazione svolte.**

Di seguito si riportano alcune foto relative a Incontri Tecnici e Visite Guidate e al Convegno Finale, effettuati nell'ambito delle iniziative di divulgazione (Figure 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5).



**Figura 4.1. Incontro Tecnico e Visita Guidata, tenutisi in data 11/06/2019**



**Figura 4.2. Incontro Tecnico e Visita Guidata, tenutisi in data 24/07/2019**



**Figura 4.3. Incontro Tecnico e Visita Guidata, tenutisi in data 29/10/2019**





### 2.3.2 COSTI AZIONE 4

#### Realizzazione

##### a) CONSULENZE

- *Collaborazioni, consulenze, altri servizi: Unità Operativa CRPV*

<i>Ragione sociale della società di consulenza</i>	<i>Importo contratto</i>	<i>Attività realizzata</i>	<i>Costo totale (€)</i>
C.R.P.V. SOC. COOP.	€ 285.000,00	Come da preventivo e da contratto approvato	€ 24.000,00
<b>TOTALE CONSULENZE</b>			<b>€ 24.000,00</b>

### 2.4 AZIONE 5 - FORMAZIONE

Nell'ambito del Progetto è stato realizzato uno specifico percorso di formazione rivolto ai tecnici e viticoltori di Caviro ([RelazioneFormazioneProgettoINSOWINE](#)).

**Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate.**

Gli obiettivi del Progetto in merito alla formazione sono stati pienamente raggiunti e con alto grado di gradimento da parte degli utenti finali.

**Attività ancora da realizzare:**

Nessuna.

**3 Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività**

Criticità tecnico- scientifiche	Non si rilevano criticità significative nello svolgimento del Piano.
Criticità gestionali (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.)	Non si rilevano criticità nella gestione del piano.
Criticità finanziarie	Non si rilevano criticità finanziarie.

**4 ALTRE INFORMAZIONI**

Nessuna altra informazione viene integrata.

## 5 CONSIDERAZIONI FINALI

La ricerca e la sperimentazione nel settore viticolo ed enologico hanno messo a punto numerose soluzioni tecniche innovative, perfettamente integrate con la meccanizzazione, che si inseriscono a pieno titolo nell'ambito della vitivinicoltura sostenibile.

La necessità di trasferire queste conoscenze sul territorio e ai vitivinicoltori, modulando le diverse soluzioni in relazione alle differenti condizioni pedoclimatiche e alle peculiarità enologiche dei vitigni più rappresentativi, è il motivo che ha portato alla realizzazione di questo Piano di Innovazione. In.So.Wine sposa, infatti, perfettamente le tipologie di investimenti previsti nel Progetto di filiera che CAVIRO ha presentato nell'ambito del PSR 2014-2020 delle RER.

Infatti, nel concetto di filiera, la giusta scelta delle macchine, dall'impianto alla raccolta e, successivamente, anche in fase trasformazione consente di svolgere i vari interventi colturali con tempestività e celerità, concetti essenziali per la qualità finale delle uve e del vino. Qualità che non deve peraltro prescindere da un processo di sostenibilità oggettivamente determinato.

In quest'ottica, l'obiettivo generale del Piano è stato quello di mettere a punto modelli di gestione meccanizzata del vigneto e applicazioni tecnologiche innovative in cantina al fine di promuovere una vitivinicoltura sostenibile, in tutte le sue forme e declinazioni.

L'articolata struttura del Piano ha previsto, innanzitutto l'adattamento dei sistemi di allevamento dei vitigni più rappresentativi delle aree vitate afferenti ai soci di CAVIRO, attraverso l'applicazione delle più recenti acquisizioni scientifiche relative a interventi meccanici di potatura invernale, gestione della chioma e vendemmia. A questi aspetti ne sono stati associati altri legati a un concetto di viticoltura sostenibile, a basso impatto ambientale. In particolare, sono state impiegate nuove modalità di gestione del suolo per la riduzione degli erbicidi, tecniche per il monitoraggio delle effettive esigenze nutritive del vigneto e distribuzione di fertilizzanti a rateo variabile e sistemi per l'applicazione di fitofarmaci con irroratrici a tunnel che consentono la riduzione dei principi attivi, l'intercettazione e il recupero del prodotto non trattenuto dalle piante, altrimenti destinato a disperdersi nell'ambiente.

Il Piano ha, inoltre, previsto la messa a punto e la valutazione di innovative tecnologie in cantina per la gestione e la salvaguardia delle caratteristiche qualitative dell'uva e il miglioramento della qualità del vino. Nello specifico è stato monitorato l'effetto dell'utilizzo di trucioli di legno sulle caratteristiche chimiche e sensoriali dei vini ed è stata valutata l'efficienza dell'innovativo impianto per ridurre l'adsorbimento dell'ossigeno disciolto nei vini.

Per verificare la sostenibilità dei processi innovativi, sui diversi percorsi di gestione è stata, infine, determinata la carbon footprint, attraverso LCA. Questo ha permesso di conferire un valore aggiunto al prodotto finale e di migliorare la percezione che il consumatore ha dell'Azienda.

Il raggiungimento dei risultati prefissati è stato garantito dalla fattiva collaborazione con l'Università di Bologna, CRPV e ASTRA - Innovazione e Sviluppo, qualificati centri di ricerca, che da numerosi anni portano avanti con successo ricerche e sperimentazioni applicative inerenti gli obiettivi specifici del Piano, nonché gli ambiti operativi della Focus Area 3A.

### **5.1. Prodotti**

In particolare, attraverso le attività svolte nell'ambito del Piano è stato possibile ottenere i seguenti prodotti:

#### **AZIONE 3:**

##### **Sotto azione 3.1**

- Definizione e descrizione di Linee guida per la gestione meccanizzata del vigneto [LineeGuidaINSOWINE](#).

##### **Sotto azione 3.2**

- Incremento e salvaguardia della fertilità del suolo;
- Riduzione dell'impiego di fertilizzanti;
- Consapevolezza della variabilità del vigore vegetativo della coltura e comprensione delle cause che stanno alla base di tale variabilità;
- Riduzione di almeno il 40% dei prodotti fitosanitari generalmente distribuiti per la difesa della vite rispetto alla tecnica tradizionale.

##### **Sotto azione 3.3**

- Definizione di protocolli operativi per l'utilizzo efficiente delle macchine vendemmiatrici e dei carri di trasporto delle uve, dal vigneto alla in cantina;
- Definizione di parametri enologici utili per la più idonea destinazione del prodotto raccolto.

##### **Sotto azione 3.4**

- Definizione del protocollo più idoneo per l'utilizzo di trucioli di legno in vini rossi a indicazione di origine;
- Individuazione delle tempistiche di contatto e dei trucioli più adeguati in termini di origine per la definizione di un prodotto rispondente alle esigenze Aziendali;

##### **Sotto azione 3.5**

- Protocollo per il corretto utilizzo di un innovativo impianto di adsorbimento dell'ossigeno.

##### **Sotto azione 3.6**

- I valori di carbon footprint per ettolitro di vino e per ettaro relativi ai diversi percorsi culturali seguiti;
- Carbon footprint dettagliata per categoria di impatto.

#### **AZIONE 4:**

- 4 Report relativi alle visite guidate
- 4 Report relativi agli incontri tecnici;
- 2 Articoli tecnici;
- Implementazione Sito web sul portale CRPV/CAVIRO;
- 1 Audiovisivo
- Atti del Convegno finale

#### **5.2 Ricadute (sui partecipanti all'accordo di filiera)**

I partecipanti all'accordo di filiera sono le aziende agricole socie di CAVIRO, che rappresentano i primi beneficiari dei risultati derivanti dal presente Piano di Innovazione. Tutte hanno tratto benefici dalle attività condotte nell'ambito del Progetto di Filiera. A conclusione del Progetto è possibile, infatti, confermare tutte le ricadute positive sui partecipanti che sono state indicate in fase di presentazione della misura 16.02.

Nello specifico, il Progetto consente già da ora a CAVIRO e alle Aziende partecipanti all'accordo di filiera di disporre di innovative Linee Guida per la gestione meccanizzata e sostenibile del vigneto, con macchinari specifici, per l'ottenimento di uve di qualità.

Attraverso il Progetto sono, inoltre, stati messi a punto protocolli operativi per la gestione/trasporto, dal campo alla cantina, dell'uva raccolta meccanicamente, volti a preservarne la qualità unitamente a quella del vino.

L'applicazione in cantina delle innovazioni previste nell'ambito del Progetto di Filiera ha reso possibile l'implementazione di protocolli per l'utilizzo di trucioli di legno in vini rossi a indicazione di origine, per l'ottenimento di un prodotto rispondente a un importante obiettivo enologico Aziendale. Dai test sensoriali condotti sui vini sono, infatti, emersi riscontri pienamente positivi in favore della tecnologia innovativa. È, inoltre, importante sottolineare come questi risultati tangibili si siano ottenuti, a parità di vino da trattare, utilizzando circa il 20% in meno di frammenti legnosi rispetto a quelli in precedenza impiegati con l'infusione tradizionale.

CAVIRO, grazie alle attività svolte nell'ambito del Progetto, dispone attualmente anche di un ulteriore protocollo per un corretto e funzionale utilizzo dell'innovativo impianto di adsorbimento dell'ossigeno, acquistato nell'ambito del PIF. Alla luce dei risultati ottenuti è, infatti, possibile affermare che il trattamento di deossigenazione, effettuato con l'innovativo impianto, consente di incrementare notevolmente e in maniera percettibile la qualità del vino. L'effetto di prolungamento della *shelf life* dei prodotti trattati emerge chiaramente sia dai dati analitici, inerenti la stabilità del

vino, sia dalla valutazione sensoriale, in cui si denota il mantenimento di una maggiore freschezza olfattiva e gustativa. Tale impianto offre, inoltre, il vantaggio di agevolare al massimo le operazioni manuali a carico degli operatori di cantina, riducendo gli sforzi fisici ed eliminando i rischi di lavoro dovuti a spazi confinati e con difficoltà di ricambio.

Attraverso le attività svolte nell'ambito del PIF è stata, infine, messa a disposizione di CAVIRO una chiara valutazione della *carbon footprint*, attraverso le metodiche LCA, sui diversi percorsi di gestione innovativi adottati. Tali aspetti consentono, quindi, sin da ora a CAVIRO di aumentare significativamente la propria competitività rispetto alle altre aziende del settore, nazionali ed estere, nell'ottica di un sistema produttivo di qualità e sostenibile.

### 5.3 Indicatori di risultato

Tutti gli indicatori di risultato a suo tempo indicati in fase di stesura del Progetto sono stati raggiunti, talvolta superati. In particolare, tra gli indicatori misurabili e utilizzabili in fase di valutazione ex-post si citano i seguenti:

- Per le aziende viticole:

L'irroratrice a tunnel ha permesso di recuperare circa il 50% di prodotto rispetto al volume totale erogato. Inoltre, la macchina a tunnel ha consentito di risparmiare fino al 55% di fitofarmaci (**sotto-azione 3.2 – PROVA 3**). Il riscontro potrà derivare dal confronto tra le dosi di agrofarmaco erogate con la macchina tradizionale rispetto a quella distribuita con la macchina a recupero di prodotto.

- Riduzione di almeno il 20% dei quantitativi di fertilizzanti grazie alla introduzione di attrezzature per la loro distribuzione a rateo variabile (**sotto-azione 3.2 – PROVA 2**). Il riscontro potrà derivare dal confronto tra le dosi ettariali distribuite con la concimazione tradizionale nel resto del vigneto rispetto a quelle distribuite con spandiconcime a rateo variabile sulla base della mappa di prescrizione.
- Riduzione dei costi di gestione senza penalizzare la produttività del vigneto. Il riscontro potrà derivare dal confronto tra i costi di intervento di aziende di riferimento, non meccanizzate, con le aziende che hanno applicato i modelli innovativi di meccanizzazione proposti dal Piano.

- Per le cantine:
  - Utilizzo di coadiuvanti/additivi enologici in cantina. Il riscontro potrà essere effettuato valutando il quantitativo di coadiuvanti e additivi utilizzati durante il processo di vinificazione rispettivamente per i mosti/vini sottoposti a pratiche innovative e tradizionali.
  - Aumento della shelf-life del vino. Il riscontro di questo indicatore potrà essere effettuato attraverso la verifica di parametri specifici quali: intensità e tonalità colorante, note fruttate e floreali più spiccate (**sotto-azione 3.4 e sotto-azione 3.5**).
  - Apprezzamento dei vini da parte dei consumatori. Il riscontro potrà essere valutato dai risultati del Panel test a cui i diversi prodotti sono stati sottoposti (**sotto-azione 3.4: Figure 3.4.1, 3.4.2, 3.4.3, 3.4.4, 3.4.5, 3.4.6, 3.4.7 e 3.4.8; sotto-azione 3.5: Figure 3.5.1, 3.5.2, 3.5.3 e 3.5.4**).
  - Percentuale di vino sottoposto a trattamento innovativo con trucioli di particolare essenze di *Quercus* (6,3% del totale).
  - Carbon footprint (**sotto-azione 3.6**).
- Per le iniziative di comunicazione:
  - Numero di partecipanti a Visite guidate, Incontri tecnici e Convegno finale: sono stati coinvolti oltre 168 utenti; il riscontro può essere svolto sulla base dell' "elenco presenze" e delle visualizzazioni online (i dati riportati in **Tabella 4.1**, in relazione al Webinar del Convegno finale, si riferiscono al numero di visualizzazioni dello streaming in data 03 Luglio 2020).
  - Linee guida: Sono state pubblicate 4 Newsletter contenenti i risultati del Piano e diffuse a tutti Soci di CAVIRO.

**Elenco Allegati:**

**AZIONE 3:**

- **AZ. 3\_Linee guida per la gestione meccanizzata del vigneto.**

Data 3.07.2020

IL LEGALE RAPPRESENTANTE (Firmato digitalmente)



## LINEE GUIDA: CORDONE LIBERO

**Descrizione:** la struttura di questa forma d'allevamento è costituita da un unico filo portante (posto a 1,3-1,6 m dal terreno) a cui è assicurato il cordone permanente sul quale vengono lasciati gli speroni a circa 15 cm l'uno dall'altro, privilegiando quelli rivolti verso l'alto (**Foto 1**). Non sono presenti fili di contenimento della chioma che pertanto risulta "libera". Le distanze d'impianto variano da 2,5 a 3 m tra le file e da 0,8 a 1,25 m sulla fila.

**Vitigni idonei:** sono da prediligere le varietà caratterizzate da buona/elevata fertilità delle gemme basali e con portamento dei germogli assurgente o semi-assurgente (es. Sangiovese, Cabernet Sauvignon, Merlot, Chardonnay e Pinot bianco). Sono stati riscontrati risultati positivi anche su vitigni con fertilità più bassa e con portamento procombente (es. Pignoletto) ma in questi casi particolari attenzioni devono essere rivolte nelle fasi di potatura invernale e gestione della chioma.



### MECCANIZZAZIONE DELLE PRINCIPALI OPERAZIONI COLTURALI

**Potatura invernale:** la pre-potatura meccanica viene eseguita agevolmente con barre falcianti che possono operare vicino al cordone, lasciando speroni alla lunghezza definitiva, anche piuttosto corti (1-3 gemme). Con la successiva rifinitura manuale viene regolato il carico di gemme tramite l'asportazione degli speroni in eccesso e l'eventuale raccorciamento di quelli rimasti. Gli operatori che eseguono la rifinitura possono lavorare da terra oppure possono lavorare su un carrello trainato dal trattore che monta la potatrice avvalendosi di forbici pneumatiche (**Foto 2**). Questo cantiere, che procede a 0,6-0,8 km/h permette di limitare la manodopera necessaria a 15-25 h/ha.



**Gestione della chioma:** nel periodo primaverile-estivo sono necessarie dalle 2 alle 5 cimature per mantenere la chioma aperta e prevalentemente assurgente evitando l'affastellamento della vegetazione che aumenterebbe il rischio di malattie fungine. Tali interventi vengono realizzati con cimatrici a barre falcianti o, preferibilmente, con quelle a lame rotanti che consentono interventi più efficaci e veloci.

La rimozione dell'apice vegetativo effettuata prima della fioritura con una leggera cimatura è l'operazione più importante per la gestione della chioma delle viti allevate a Cordone libero, in quanto con questa operazione viene rafforzata la base dei germogli e favorita l'emissione precoce delle femminelle. Questa cimatura dovrebbe essere ripetuta dopo 10-15 giorni per asportare gli apici dei germogli che non erano stati interessati dal primo intervento, perché non sufficientemente lunghi.

Le successive cimature sono invece finalizzate al contenimento della vegetazione e dovrebbero essere mirate a raccorciare i germogli che ricadono o che aggettano verso l'interfilare **(Foto 3)**.



**Irrorazione antiparassitaria:** è l'intervento che per frequenza, importo economico e riflessi sulla produzione richiede la massima attenzione e precisione. La struttura dei vigneti a cordone libero permette di gestire al meglio la distribuzione degli antiparassitari per limitare le dosi, aumentare l'uniformità del deposito sulla vegetazione e ridurre le perdite al suolo e nell'aria. Inoltre è necessario considerare la recente normativa PAN che considera fasce di rispetto del trattamento antiparassitario variabili in funzione dell'efficienza della distribuzione. Le irroratrici che consentono di rispettare al meglio questi obiettivi sono quelle a tunnel con recupero e riciclo del prodotto non intercettato **(Foto 4)**. Il loro impiego consente di ridurre in maniera considerevole i dosaggi distribuiti, eliminando quasi completamente le perdite. In alternativa possono essere scelte irroratrici con sistema di localizzazione dell'aria che consentono di limitare la dispersione e indirizzare la distribuzione sulle zone vegetative più sensibili. In tutti i casi è sempre essenziale utilizzare al meglio la macchina che deve essere periodicamente tarata e controllata e seguire le poche regole che sono alla base di un buon intervento antiparassitario: trattare possibilmente in giornate non ventose e con temperature non troppo elevate; utilizzare una velocità non superiore ai 7 km/h; non eccedere con le portate d'aria o con le pressioni d'esercizio; impiegare ugelli efficienti e possibilmente antideriva. Questi piccoli accorgimenti, facili da rispettare, possono permettere di ottenere la massima protezione del vigneto.



**Vendemmia:** questa operazione può essere realizzata meccanicamente con vendemmiatrici a scuotimento orizzontale messe a punto per lavorare sulle contropalliere **(Foto 5)**. I modelli più recenti, soprattutto quelli semoventi, presentano notevoli miglioramenti negli organi battitori, nei dispositivi di allineamento e nei sistemi di pulizia che consentono di rispettare al meglio le strutture dei vigneti, le piante e le uve raccolte. Per effettuare una vendemmia limitando il più possibile la defogliazione e l'ammostamento, che sono le principali cause delle perdite di raccolta, è necessario non eccedere nelle frequenze di battitura e di adattare a queste la velocità di avanzamento. È opportuno anche limitare l'uso dei sistemi di pulizia e degli eventuali diraspatori che se non necessari possono aumentare le perdite e l'ossidazione del mosto libero.



**Gestione del suolo e concimazione a rateo variabile:** la descrizione di queste operazioni è riportata nelle schede "Linee guida: gestione del suolo del vigneto" e "Linee guida: viticoltura di precisione e fertilizzazione rateo variabile".

Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma Regionale di Sviluppo Rurale 2014-2020 – Tipo di operazione 16.2.01 "Supporto per progetti pilota e per lo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie nel settore agricolo e agroindustriale" (nell'ambito dei PIF), Focus Area 3A – Progetto "Innovative soluzioni per una gestione meccanizzata e sostenibile del vigneto e della cantina – In.So.Wine".

## LINEE GUIDA: CORDONE SPERONATO

**Descrizione:** questa forma d'allevamento prevede la presenza del cordone permanente posto a 0,8-1,1 m dal terreno, su cui sono presenti speroni da 1 a 3 gemme franche, orientati verso l'alto e distanti fra loro circa 15 cm. Sui pali intermedi vengono assicurate 2 o 3 coppie di fili per il contenimento della chioma (la terza coppia può essere sostituita da un filo singolo). Queste coppie di fili sono generalmente poste 30 cm sopra il cordone permanente e a 40 cm le une dalle altre (**Foto. 1**).

Le distanze d'impianto variano da 2,2 a 3 m tra le file e da 0,8 a 1,25 m sulla fila.



**Vitigni idonei:** sono da prediligere le varietà caratterizzate da buona/elevata fertilità delle gemme basali come ad esempio Sangiovese, Cabernet Sauvignon, Merlot e Chardonnay. È possibile adottare questa forma d'allevamento anche in presenza di varietà con fertilità basale inferiore (es. Pignoletto), ma per garantire una buona produttività ed evitare lo spogliamento del cordone, è necessario prevedere speroni di 3 o 4 gemme alternati a speroni più corti.

### MECCANIZZAZIONE DELLE PRINCIPALI OPERAZIONI COLTURALI

**Potatura invernale:** la pre-potatura meccanica viene generalmente eseguita con potatrici a dischi contrapposti che eseguono una buona stralciatura ma che non garantiscono la precisione nell'altezza di taglio degli speroni (**Foto 2**). In alternativa si possono usare le potatrici a barra falciante, meno efficaci nell'eliminazione dei tralci ma più precise nel gestire l'altezza di taglio. La potatura meccanica va sempre completata con una rifinitura manuale per rimuovere gli speroni in eccesso e per regolare il carico di gemme. Gli operatori che eseguono la rifinitura sono agevolati dalla pre-potatura e di solito impiegano meno di 50 h/ha, ma per velocizzare ulteriormente questo intervento è possibile avvalersi di un carrello trainato dal trattore che monta la potatrice, a cui sono collegate forbici pneumatiche.



**Gestione della chioma:** su questa forma d'allevamento è necessario eseguire la palizzata dei germogli per formare una parete vegetativa che dovrà essere alta circa 1,2 m. Questa operazione viene normalmente eseguita a mano, con due passaggi effettuati nel mese di maggio che richiedono circa 25 h/ha di manodopera.

Nelle settimane a cavallo di maggio/giugno, quando i germogli superano in altezza l'ultima coppia di fili è necessaria una prima cimatura (topping) che ha l'obiettivo di rimuovere l'apice dei germogli prima che questi ricadano verso il basso (**Foto 3**). Successivamente, in funzione della vigoria del vigneto, sono necessarie 1 o 2 cimature per contenere la chioma e permettere la corretta penetrazione dei fitofarmaci. Queste cimature sono eseguite da cimatrici a barre falcianti o a coltelli rotanti.

Sulle varietà a bacca rossa può essere eseguita meccanicamente anche la defogliatura della fascia basale della chioma per aumentare l'esposizione dei grappoli favorendo la sintesi dei pigmenti antocianici

e riducendo l'insorgenza di marciumi. In funzione degli obiettivi produttivi, tale operazione può essere eseguita dalla pre-fioritura (per contenere le rese) alla pre-invaiaitura, ma è sempre necessario non esporre eccessivamente i grappoli alla radiazione solare e alle conseguenti alte temperature per evitare scottature degli acini e perdite di colore. Nel caso in cui la direzione dei filari sia Est-Ovest, bisogna quindi evitare di rimuovere le foglie sul lato Sud della parete vegetativa.

**Irrorazione antiparassitaria:** è l'intervento che per frequenza, importo economico e riflessi sulla produzione richiede la massima attenzione e precisione. La struttura compatta e definita dei vigneti a controspalliera permette di gestire al meglio la distribuzione degli antiparassitari per limitare le dosi, aumentare l'uniformità del deposito sulla vegetazione e ridurre le perdite al suolo e nell'aria. Inoltre è necessario considerare la recente normativa PAN che considera fasce di rispetto del trattamento antiparassitario variabili in funzione dell'efficienza della distribuzione. Le irroratrici che consentono di rispettare al meglio questi obiettivi sono quelle a tunnel con recupero e riciclo del prodotto non intercettato (**Foto 4**). Il loro impiego consente di ridurre in maniera considerevole i dosaggi distribuiti, eliminando quasi completamente le perdite. In alternativa possono essere scelte irroratrici con sistema di localizzazione dell'aria che consentono di limitare la dispersione e indirizzare la distribuzione sulle zone vegetative più sensibili. In tutti i casi è sempre essenziale utilizzare al meglio la macchina che deve essere periodicamente tarata e controllata e seguire le poche regole che sono alla base di un buon intervento antiparassitario: trattare possibilmente in giornate non ventose e con temperature non troppo elevate; utilizzare una velocità non superiore ai 7 km/h; non eccedere con le portate d'aria o con le pressioni d'esercizio; impiegare ugelli efficienti e possibilmente antideriva. Questi piccoli accorgimenti, facili da rispettare, possono permettere di ottenere la massima protezione del vigneto.



**Vendemmia:** questa operazione può essere realizzata meccanicamente con vendemmiatrici a scuotimento orizzontale messe a punto per lavorare sulle controspalliere (**Foto 5**). I modelli più recenti, soprattutto quelli semoventi, presentano notevoli miglioramenti negli organi battitori, nei dispositivi di allineamento e nei sistemi di pulizia che consentono di rispettare al meglio le strutture dei vigneti, le piante e le uve raccolte. Per effettuare una vendemmia limitando il più possibile la defogliazione e l'ammostamento, che sono le principali cause delle perdite di raccolta, è necessario non eccedere nelle frequenze di battitura e adattare a queste la velocità di avanzamento. È opportuno anche limitare l'uso dei sistemi di pulizia e degli eventuali diraspatori che, se non necessari, possono aumentare le perdite e l'ossidazione del mosto libero.

**Gestione del suolo e concimazione a rateo variabile:** la descrizione di queste operazioni è riportata nelle schede "Linee guida: gestione del suolo del vigneto" e "Linee guida: viticoltura di precisione e fertilizzazione rateo variabile".



Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma Regionale di Sviluppo Rurale 2014-2020 – Tipo di operazione 16.2.01 "Supporto per progetti pilota e per lo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie nel settore agricolo e agroindustriale" (nell'ambito dei PIF), Focus Area 3A – Progetto "Innovative soluzioni per una gestione meccanizzata e sostenibile del vigneto e della cantina – In.So.Wine".

## LINEE GUIDA: DOPPIA CORTINA

**Descrizione:** questa forma d'allevamento presenta due cordoni permanenti paralleli (cortine), distanti tra loro circa 1,4 m, assicurati a fili portanti posti a 1,60–1,8 m da terra e sorretti da braccetti metallici che possono oscillare verso l'alto. Su queste cortine vengono lasciati 6 - 10 speroni per metro lineare con diverso numero di gemme in funzione della varietà e dell'obiettivo produttivo (**Foto 1**). Non sono presenti fili di contenimento della chioma ma è preferibile montare sulla sommità dei pali intermedi un distanziatore che facilita le operazioni di pettinatura dei germogli verso l'interfilare. Le distanze d'impianto prevedono 4 m tra le file e da 0,6 a 1 m sulla fila con viti singole o sdoppiate.



**Vitigni idonei:** le varietà caratterizzate da buona/elevata fertilità delle gemme basali si adattano bene a questa forma d'allevamento (Merlot, Chardonnay e Pinot bianco) con la quale è possibile ottenere produzioni elevate anche con potature piuttosto corte. Anche i vitigni con bassa fertilità basale (Trebbiano romagnolo) possono raggiungere elevati standard produttivi ma per raggiungere tale obiettivo ed evitare lo spogliamento del cordone, è necessario prevedere speroni di 3 o 4 gemme alternati a speroni più corti.

### MECCANIZZAZIONE DELLE PRINCIPALI OPERAZIONI COLTURALI



**Potatura invernale:** la pre-potatura meccanica viene di norma eseguita con barre falcianti che possono tagliare i tralci con precisione anche a lunghezza definitiva su quattro lati attorno al cordone. Con la successiva rifinitura manuale viene regolato il carico di gemme tramite l'asportazione degli speroni in eccesso e l'eventuale raccorciamento degli stessi. Gli operatori che eseguono la rifinitura possono lavorare da terra oppure possono su un carrello trainato dal trattore che monta la potatrice avvalendosi di forbici pneumatiche (**Foto 2**). Questo cantiere, che procede a 0,6–0,8 km/h, permette di limitare l'impiego di manodopera a circa 30 h/ha.

**Gestione della chioma:** prima che i germogli in crescita scendano verso il basso, è necessario aprire i distanziali per evitare che parte di questi ricadano verso l'interno delle due cortine, affastellandosi e rendendo difficile la penetrazione dei fitofarmaci. Nelle settimane successive è comunque necessario favorire la ricaduta dei germogli verso l'interfilare con una pettinatura manuale, di norma eseguita da due operatori che lavorano su un carro ripiegando direttamente la vegetazione.

Negli ultimi anni sono state tuttavia costruite alcune pettinatrici meccaniche che, grazie a diverse soluzioni tecniche, permettono il corretto posizionamento dei germogli in poche ore per ettaro evitando agli operatori un lavoro faticoso e soprattutto poco salubre a causa dei frequenti trattamenti antiparassitari svolti in questo periodo (**Foto 3**).

Infine, prima che i germogli arrivino a toccare terra, è opportuno eseguire una cimatura a 40-50 cm dal terreno per evitare che gli stessi germogli vengano danneggiati dalle macchine che operano lungo il filare.

**Irrorazione antiparassitaria:** è l'intervento che per frequenza, importo economico e riflessi sulla produzione richiede la massima attenzione e precisione. La particolare struttura della doppia cortina, caratterizzata in piena vegetazione da due pareti compatte di foglie che delimitano lateralmente il filare, consiglia di adottare macchine capaci di trattare efficacemente anche la vegetazione più interna. Per questo scopo sono consigliate le irroratrici con convogliatori d'aria a tubo flessibile, regolate per eseguire parte del trattamento soprachiuma (**Foto 4**) o irroratrici tradizionali con applicazioni laterali, del gruppo ventola barra portaugelli, per integrare l'irrorazione principale con una distribuzione sottochiuma. Seguendo la recente normativa PAN è necessario mantenere efficiente le irroratrici che vanno periodicamente tarate e controllate, utilizzando gli ugelli migliori per contenere la deriva e limitare al minimo la dimensione delle fasce di rispetto attorno alla zona del trattamento.

In tutti i casi è sempre essenziale utilizzare al meglio la macchina che deve essere periodicamente tarata e controllata e seguire le poche regole che sono alla base di un buon intervento antiparassitario: trattare possibilmente in giornate non ventose e con temperature non troppo elevate; utilizzare una velocità non superiore ai 7 km/h; non eccedere con le portate d'aria o con le pressioni d'esercizio; impiegare ugelli efficienti e possibilmente antideriva. Questi piccoli accorgimenti, facili da rispettare, possono permettere di ottenere la massima protezione del vigneto.

**Vendemmia:** questa operazione può essere realizzata con vendemmiatrici a scuotimento verticale che agiscono con il battitore sui fili di sostegno delle cortine senza contatto diretto con i grappoli (**Foto 5**). Questo ha da sempre consentito di effettuare raccolte di buona qualità con un ridotto grado d'ammontamento e con perdite limitate anche su uve poco mature o su vitigni caratterizzati da una maggiore resistenza al distacco degli acini (es. Trebbiano romagnolo). Rimane sempre fondamentale la corretta scelta della frequenza di battitura e della velocità d'avanzamento e il giusto posizionamento del battitore a stella che negli impianti meno recenti può richiedere frequenti aggiustamenti.

**Gestione del suolo e concimazione a rateo variabile:** la descrizione di queste operazioni è riportata nelle schede "Linee guida: gestione del suolo del vigneto" e "Linee guida: viticoltura di precisione e fertilizzazione rateo variabile".



Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma Regionale di Sviluppo Rurale 2014-2020 – Tipo di operazione 16.2.01 "Supporto per progetti pilota e per lo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie nel settore agricolo e agroindustriale" (nell'ambito dei PIF), Focus Area 3A – Progetto "Innovative soluzioni per una gestione meccanizzata e sostenibile del vigneto e della cantina – In.So.Wine".

## LINEE GUIDA: GESTIONE DEL SUOLO DEL VIGNETO

La gestione del suolo è una tecnica colturale che, indipendentemente dalla forma di allevamento adottata, riveste un ruolo importante sia per la salvaguardia dell'ecosistema naturale che per gli effetti sull'equilibrio vegeto-produttivo delle viti. Le due categorie di gestione del suolo del vigneto si possono ricondurre a tecniche di "lavorazioni meccaniche" e "inerbimento", ciascuna delle quali realizzabile con modalità diverse.

### Lavorazioni meccaniche



Sottoporre il suolo tra i filari a lavorazioni periodiche con diversi attrezzi che muovono il terreno in superficie (**Foto 1**), è una tecnica tradizionalmente utilizzata in viticoltura per eliminare la presenza di essenze spontanee e gestire le riserve idriche, ma che ha rivelato notevoli effetti negativi in termini di aumento dei fenomeni erosivi e di perdita di struttura e sostanza organica del terreno. Su queste basi le lavorazioni del suolo dell'interfila sono consigliate solo in numero limitato nel corso della stagione, utilizzando preferibilmente attrezzi come gli erpici che non sminuzzano troppo il suolo.

### Inerbimento

L'inerbimento consiste nel rivestimento del terreno occupato dal vigneto (in maniera totale o, più spesso, parziale) con una copertura erbacea che può essere naturale o artificiale (seminata), la cui crescita viene controllata per mezzo di sfalci e/o trinciature, lasciando in situ la biomassa (**Foto 2**). Tra i principali effetti positivi dell'inerbimento vi sono una riduzione dei fenomeni erosivi, un miglioramento delle caratteristiche fisico-chimiche del terreno con conseguente maggiore facilità di transito dei mezzi meccanici, un generale aumento della complessità biologica del suolo e la possibilità di modulare la vigoria delle viti.

La scelta tra queste due tipologie principali di gestione del suolo, così come quella delle rispettive modalità di realizzazione, possono essere condizionate da svariati fattori pedoclimatici e colturali.

*Inerbimento spontaneo associato alla lavorazione sotto la fila*

In termini generali, escludendo areali viticoli in cui le disponibilità idriche risultino ridotte (inferiori a 700 mm /anno) e/o in presenza di terreni tendenzialmente sabbiosi, dove sarebbe opportuno adottare la semina di essenze poco competitive o coperture temporanee per non creare riduzioni eccessive del vigore e dei livelli produttivi delle viti, una modalità operativa che può rappresentare un buon compromesso per una gestione del suolo secondo i principi della sostenibilità è quella rappresentata dall'inerbimento spontaneo nell'interfila associato alla lavorazione sottofila.

La realizzazione di questa modalità prevede lo sfalcio con falciatrici rotative che, se la crescita dell'erba non è eccessiva, eseguono un efficace e veloce intervento. In alternativa possono essere impiegate anche le macchine trinciasarmenti, meglio se equipaggiate con utensili specifici, purché si faccia attenzione a non colpire il suolo provocando pericolosi compattamenti e la distruzione del cotico erboso. La corretta gestione dell'inerbimento prevede l'opportunità di eseguire ogni due o tre anni un passaggio con un ripuntatore/decompattatore per ripristinare la porosità del suolo che, seppur lentamente, tende a diminuire anche con questa tecnica.



Per la lavorazione sottofila sono disponibili molte macchine scavallatrici che possono essere allestite con varie tipologie di attrezzi. Una buona sequenza di intervento può prevedere un primo passaggio con utensili a disco, che scalzano il terreno attorno ai ceppi, seguito da due, tre interventi con la lama orizzontale, la cosiddetta "lametta" che esegue un veloce lavoro superficiale per eliminare le malerbe e per ridurre l'evaporazione diretta dal suolo (**Foto 3**). Sono validi anche gli utensili scavallatori con due o tre rotori di erpice rotante, molto efficaci per l'eliminazione delle erbe e per l'ottima sistemazione superficiale. Da evitare invece le zappatrici rotative che, oltre a provocare suole di lavorazione, possono lasciare lateralmente un piccolo solco, molto pericoloso nei terreni declivi per la possibilità di favorire, durante i forti temporali, un ruscellamento superficiale che può creare erosione e smottamento del terreno.



Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma Regionale di Sviluppo Rurale 2014-2020 – Tipo di operazione 16.2.01 "Supporto per progetti pilota e per lo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie nel settore agricolo e agroindustriale" (nell'ambito dei PIF), Focus Area 3A – Progetto "Innovative soluzioni per una gestione meccanizzata e sostenibile del vigneto e della cantina – In.So.Wine".



UNIONE EUROPEA  
Fondo Europeo Agricolo  
per lo Sviluppo Rurale



Regione Emilia-Romagna

L'Europa investe nelle zone rurali



## LINEE GUIDA: GUYOT

**Descrizione:** questa forma d'allevamento prevede la presenza di uno o due tralci posti in posizione orizzontale ed assicurati al filo portante (a 0,8 - 1,1 m dal terreno) e uno o due speroni lasciati sul ceppo.

I tralci, rinnovati ad ogni potatura invernale, servono per la produzione dell'anno mentre gli speroni garantiscono lo sviluppo dei tralci per gli anni successivi (**Foto 1**).

Ai pali intermedi vengono assicurate 2 o 3 coppie di fili per il contenimento della chioma (la terza coppia può essere sostituita da un filo singolo). Tali coppie di fili sono generalmente poste 30 cm sopra i tralci rinnovati e a 40 cm le une dalle altre.

Le distanze d'impianto variano da 2,2 a 3 m tra le file e da 0,8 a 1,25 m sulla fila.



**Vitigni idonei:** tutte le varietà coltivate si adattano a questo sistema d'allevamento che garantisce una buona produttività. Considerando però l'elevata richiesta di manodopera per la potatura ed i problemi relativi alla disformità di sviluppo dei germogli lungo il tralcio rinnovato, la scelta di questa forma d'allevamento dovrebbe ricadere solo su quei vitigni che non sono idonei al cordone speronato perché caratterizzati da una bassa fertilità delle gemme basali (Albana).

### MECCANIZZAZIONE DELLE PRINCIPALI OPERAZIONI COLTURALI

**Potatura invernale:** l'esecuzione della potatura su questa forma d'allevamento comporta l'asportazione dei tralci che hanno prodotto, la selezione dei tralci da speronare e di quelli da stendere e la loro successiva legatura al filo portante. L'insieme di queste operazioni, che possono essere eseguite esclusivamente a mano, richiede circa 120 h/ha di manodopera. L'unica soluzione tecnica che permette di ridurre tale monte ore è la pre-potatura della parte apicale dei germogli: il passaggio di una potatrice a dischi che rimuove solo la parte più alta dei tralci (ultimi 40-60 cm) facilita infatti la stralciatura e permette di risparmiare 20-30 h/ha di manodopera (**Foto 2**).

Sono invece sconsigliabili le macchine stralciatrici proposte da alcune ditte perché richiedono una disposizione dei fili perfetta e quasi mai possono garantire un reale risparmio economico.



**Gestione della chioma:** su questa forma d'allevamento è necessario eseguire la palizzata dei germogli per formare una parete vegetativa che dovrà essere alta 1,2 m. Questa operazione viene normalmente eseguita a mano, con due passaggi effettuati nel mese di maggio, che richiedono circa 25 hore/ha di manodopera.

Nelle settimane a cavallo di maggio/giugno, quando i germogli superano in altezza l'ultima coppia di fili è necessaria una prima cimatura (topping) che ha l'obiettivo di rimuovere l'apice dei germogli prima che questi ricadano verso il basso. Successivamente, in funzione della vigoria del vigneto, sono necessarie 1 o 2 cimature per contenere la chioma e permettere la corretta penetrazione dei fitofarmaci. Queste cima-

ture sono eseguite da cimatrici a barre falcianti o a coltelli rotanti (**Foto 3**).

Sulle varietà a bacca rossa può essere eseguita meccanicamente la defogliazione della fascia basale della chioma per aumentare l'esposizione dei grappoli favorendo la sintesi dei pigmenti antocianici e riducendo l'insorgenza di marciumi. In funzione degli obiettivi produttivi, tale operazione può essere eseguita dalla pre-fioritura (per contenere le rese) alla pre-inviatura, ma è sempre necessario non esporre eccessivamente i grappoli alla radiazione solare e alle conseguenti alte temperature per evitare scottature degli acini e perdite di colore. Nel caso in cui la direzione dei filari sia Est-Ovest, bisogna quindi evitare di rimuovere le foglie sul lato Sud della parete vegetativa.



**Irrorazione antiparassitaria:** è l'intervento che per frequenza, importo economico e riflessi sulla produzione richiede la massima attenzione e precisione. La struttura compatta e definita dei vigneti a controspalliera come il Guyot permette di gestire al meglio la distribuzione degli antiparassitari per limitare le dosi, aumentare l'uniformità del deposito sulla vegetazione e ridurre le perdite al suolo e nell'aria. Inoltre è necessario considerare la recente normativa PAN che considera fasce di rispetto del trattamento antiparassitario variabili in funzione dell'efficienza della distribuzione. Le irroratrici che consentono di rispettare al meglio questi obiettivi sono quelle a tunnel con recupero e riciclo del prodotto non intercettato (**Foto 4**). Il loro impiego consente di ridurre in maniera considerevole i dosaggi distribuiti, eliminando quasi completamente le perdite. In alternativa possono essere scelte irroratrici con sistema di localizzazione dell'aria che consentono di limitare la dispersione e indirizzare la distribuzione sulle zone vegetative più sensibili. In tutti i casi è sempre essenziale utilizzare al meglio la macchina che deve essere periodicamente tarata e controllata e seguire le poche regole che sono alla base di un buon intervento antiparassitario: trattare possibilmente in giornate non ventose e con temperature non troppo elevate; utilizzare una velocità non superiore ai 7 km/h; non eccedere con le portate d'aria o con le pressioni d'esercizio; impiegare ugelli efficienti e possibilmente antideriva. Questi piccoli accorgimenti, facili da rispettare, possono permettere di ottenere la massima protezione del vigneto.



**Vendemmia:** questa operazione può essere realizzata meccanicamente con vendemmiatrici a scuotimento orizzontale messe a punto per lavorare sulle controspalliere (**Foto 5**). I modelli più recenti, soprattutto quelli semoventi, presentano notevoli miglioramenti negli organi battitori, nei dispositivi di allineamento e nei sistemi di pulizia che consentono di rispettare al meglio le strutture dei vigneti, le piante e le uve raccolte. Per effettuare una vendemmia limitando il più possibile la defogliazione e l'ammostamento, che sono le principali cause delle perdite di raccolta, è necessario non eccedere nelle frequenze di battitura e di adattare a queste la velocità di avanzamento. È opportuno anche limitare l'uso dei sistemi di pulizia e degli eventuali diraspatori che se non necessari possono aumentare le perdite e l'ossidazione del mosto libero.



**Gestione del suolo e concimazione a rateo variabile:** la descrizione di queste operazioni è riportata nelle schede "Linee guida: gestione del suolo del vigneto" e "Linee guida: viticoltura di precisione e fertilizzazione rateo variabile".

Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma Regionale di Sviluppo Rurale 2014-2020 - Tipo di operazione 16.2.01 "Supporto per progetti pilota e per lo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie nel settore agricolo e agroindustriale" (nell'ambito dei PIF), Focus Area 3A - Progetto "Innovative soluzioni per una gestione meccanizzata e sostenibile del vigneto e della cantina - In.So.Wine".

## LINEE GUIDA: VITICOLTURA DI PRECISIONE E FERTILIZZAZIONE RATEO VARIABILE

**Descrizione:** La conoscenza della eterogeneità all'interno di un appezzamento è la premessa fondamentale per introdurre un approccio diversificato delle pratiche agronomiche VRT (Variable Rate Technology) finalizzato ad aumentare l'efficienza della produzione agricola. Intervenire in maniera differenziata significa valorizzare le specificità che si possono riscontrare all'interno di un vigneto nell'ottica sia di un miglioramento qualitativo delle uve sia della riduzione dell'impiego di input e quindi di tutela ambientale, questo approccio è alla base della viticoltura di precisione (VP).

La distribuzione a rateo variabile dei fertilizzanti è una delle più interessanti applicazioni in viticoltura di precisione e può essere realizzata con sistemi meccanici sito-specifici cioè che consentono interventi spazialmente differenziati in funzione delle reali esigenze della coltura. Tali applicazioni, realizzate sulla base di mappe di prescrizione o di sensori, necessitano di disporre di informazioni sulla variabilità spaziale delle caratteristiche del vigneto connesse con le esigenze nutrizionali e quindi prevalentemente caratteristiche del suolo e vigore della coltura.



Fig. 1 Campionamento del suolo e mappa di distribuzione del contenuto in sabbia (%)

### La misura della variabilità del suolo

Per caratterizzare la variabilità del suolo è possibile procedere con analisi chimico fisiche su un campione di punti georeferenziati rappresentativo dell'intero appezzamento e, successivamente, procedere alla creazione della mappa dei parametri rilevati (Fig. 1). In alternativa esistono sistemi speditivi ed economici che consentono di misurare parametri come la conducibilità elettrica del suolo che sono correlati con alcune proprietà del suolo come la tessitura (in particolare contenuto in argilla) e il contenuto di umidità (Fig. 2).

### La misura della variabilità del vigore

La caratterizzazione della variabilità del vigore vegetativo all'interno del campo è un altro aspetto fondamentale per la gestione differenziata degli interventi agronomici. La misura del vigore trova un'importante realizzazione attraverso la misura di Indici Vegetazionali (IV) che si basano sulla misura, rilevata da sensori ottici, del rapporto tra le quantità di luce riflessa dalle piante a diverse e specifiche lunghezze d'onda. Tali indici sono correlati allo stato vegetativo, al contenuto di acqua liquida o di clorofilla presente nella vegetazione. I sensori ottici impiegati possono operare da remoto (telerilevamento satellitare, foto aeree) o a distanza ravvicinata con la vegetazione (sensori prossimali). Uno dei principali indici impiegati in ambito agricolo è l'NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Tale indice è correlato con lo sviluppo fogliare e con la biomassa verde (Fig. 3). Bassi valori di NDVI si verificano in aree con bassa o assente copertura vegetale o dove la vegetazione è senescente o sofferente, mentre, in corrispondenza di forte attività fotosintetica ed elevata presenza di biomassa, si registrano elevati valori.



Fig. 2 Sensore Top Soil Mapper Geoprospectors per la misura della conducibilità elettrica del suolo



Fig. 3 Sensori GreenSeeker e sistema di posizionamento costituito da ricevitore GNSS Stonex per misura speditiva e geolocalizzazione dell'indice NDVI

### Zone Omogenee e intervento differenziato

Sulla base della variabilità del suolo e/o del vigore vegetativo è possibile quindi individuare delle aree con caratteristiche uniformi sulle quali intervenire con dosi differenziate di fertilizzante. L'intervento può essere realizzato con sistemi "on the go" cioè basati su sensori che misurano il vigore e, in tempo reale, comandano l'applicazione differenziata del concime o, in alternativa, attraverso la creazione di mappe di prescrizione (Fig. 4). In ogni caso l'applicazione differenziata è resa possibile dall'impiego di spandiconcime a rateo variabile (Fig. 5). Tali macchine sono caratterizzate da un'unità di controllo per la interpretazione delle mappe di prescrizione o dei segnali dei sensori in tempo reale e sono equipaggiate con un sistema di posizionamento. Il computer di bordo comanda gli attuatori elettro-idraulici che modificano la dose di concime che è inviata ai dischi distributori ottenendo la variazione della dose distribuita in funzione della posizione della macchina.

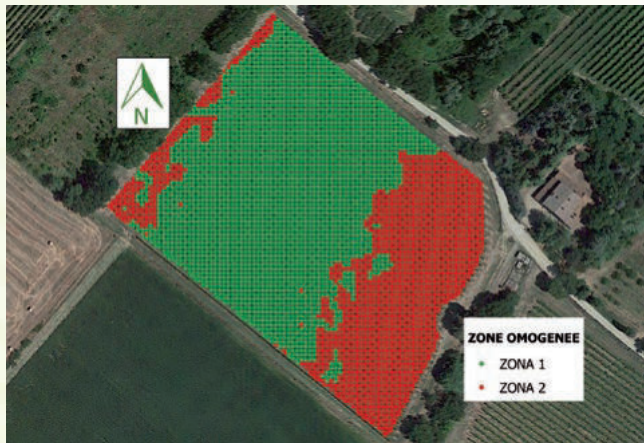


Fig. 4 Sulla sinistra immagine dell'apezzamento prima dell'impianto del vigneto (Google Earth 2015), a destra mappa di prescrizione del vigneto basata sulla variabilità delle caratteristiche del suolo (Nell'esempio tematizzazione della conducibilità elettrica).



Fig. 5 Applicazione a rateo variabile eseguita con uno spandiconcime (KUHN MDS 12.1) sulla base della mappa di prescrizione. La macchina presenta un deflettore di spargimento per la distribuzione localizzata su due bande alla base delle piante.

Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma Regionale di Sviluppo Rurale 2014-2020 - Tipo di operazione 16.2.01 "Supporto per progetti pilota e per lo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie nel settore agricolo e agroindustriale" (nell'ambito dei PIF), Focus Area 3A - Progetto "Innovative soluzioni per una gestione meccanizzata e sostenibile del vigneto e della cantina - In.So.Wine".