

# **OLIO**

**Per uno sviluppo dell'Olivicoltura in Oltrepò pavese.**



## *Relazione finale*

a cura di:

Massimiliano Bordoni  
Graziano Rossi  
Paolo Bazzano  
Luigi Trespidi  
Francesco Ferrari  
Micol Orengo  
Claudia Meisina  
Antonio Gambarani  
Matteo Giganti

## Sommario

1. Introduzione	3
2. Obiettivi e scopi del lavoro	6
3. Risultati	
3.1 Censimento della coltivazione dell'olivo nel territorio dell'Oltrepò Pavese	7
3.2 Vocazionalità all'olivo in Oltrepò Pavese nelle condizioni climatiche attuali e considerando futuri scenari climatici	9
3.2.1 Carte di vocazione all'olivo nelle condizioni climatiche attuali e considerando futuri scenari climatici	9
3.2.2 Indici multispettrali per la valutazione della vigoria delle piante di olivo	21
3.3 Valutazione della predisposizione dei versanti coltivati a ulivo a fenomeni di instabilità superficiale e quantificazione della capacità protettiva delle piante di ulivo nei confronti di questi processi	30
3.4 Realizzazione di impianti pilota	39
3.5 Valutazione della qualità del prodotto in termini di caratterizzazione chimica strumentale	43
3.6 Valutazione della caratterizzazione mediterranea della flora dell'Oltrepò pavese, per una migliore gestione dei cotichi erbosi negli uliveti	49
3.7 Linee guida per una corretta gestione dell'olivicoltura in Oltrepò Pavese	70
4. Conclusioni	81
5. Disseminazione dei risultati del progetto	83
6. Ringraziamenti	84
7. Bibliografia	85

## 1. Introduzione

Il cambiamento climatico, assieme alla perdita di biodiversità, è una delle più grandi sfide che il mondo abbia mai affrontato. L'aumento delle temperature medie, dagli anni '90 del secolo scorso in poi, accompagnato da precipitazioni fortemente irregolari nell'arco di uno stesso anno, stanno infatti alterando profondamente il nostro clima e tali effetti, se non contrastati con azioni incisive e a livello globale, sono destinati ad aggravarsi nei prossimi decenni. Le conseguenze sono in generale negative, come temperature anomale per periodi anche lunghi (es. onde di calore), siccità alternate ad alluvioni, scomparsa della neve sempre più precocemente. In questo contesto anche l'Agricoltura è alla ricerca di soluzioni che permettano di continuare un'elevata produzione primaria. Non è detto, tuttavia, che gli effetti del cambiamento climatico siano per forza tutti e sempre negativi: ad esempio si ipotizza la possibilità di estendere più a nord e più in quota le coltivazioni di tipo mediterraneo.

Il territorio dell'Oltrepò Pavese non fa eccezione. L'effetto indotto dal cambiamento climatico potrebbe essere sfruttato a vantaggio di altre colture, quali quella dell'olivo, entità tipicamente mediterranea. Infatti questa pianta presenta necessità climatiche più miti per l'accrescimento e la riproduzione, condizioni che in generale sembrano prevalere se non affermarsi, soprattutto nell'ultimo decennio, in cui gli inverni sono stati sempre meno rigidi e vi è stata anche una bassa incidenza delle gelate tardive.

Analizzando il trend delle precipitazioni e delle temperature medie per i periodi 1961-1990 e 1991-2021, è evidente come anche il territorio oltrepadano ha evidenziato cambiamenti significativi a livello climatico, che si sono espressi in particolare in un marcato aumento delle temperature media annue, a fronte di quantitativi di precipitazione in leggera diminuzione (Fig. 1.1; Tab. 1.1).

Infatti, facendo riferimento alle due stazioni meteorologiche con le serie storiche più lunghe per l'area oltrepadana (stazione Arpa Lombardia di Varzi; stazione Istituto Gallini di Voghera), si nota come le precipitazioni, nel trentennio 1991-2021, hanno subito diminuzione dell'ordine del 7-20% rispetto al trentennio 1961-1990, con i cali più marcati specie nei mesi di Febbraio, Marzo e Luglio. Per quanto riguarda la temperatura, riferendosi alla stazione di Voghera, la media annuale è passata dai 12°C del periodo 1961-1990 ai 14.1° del periodo 1991-2021 con un aumento di differenza di 2.1°C. Gli aumenti sono più marcati in primavera ed estate (rispettivamente +2.3 e +2.7°C), ma anche in inverno si ha avuto un aumento medio dell'ordine di +2°C. Una diretta conseguenza di questo è stata la diminuzione del numero annuale di giorni di freddo (giornate con temperature minime inferiori a 0°C), che sono scesi da 90 (periodo 1961-1990) a 70 (1991-2021).

Questo aumento delle temperature sembra addirittura in crescita negli ultimi anni, come evidenziato dai dati del 2022. Il 2022 ha mostrato una temperatura media +1.4/+2.6°C maggiore rispetto alla media 1991-2021: tra Maggio e Ottobre addirittura +2.1/+2.5°C rispetto alla media 1991-2021. Da sottolineare anche come il 2022 ha mostrato una

precipitazione media mensile -43/-71% minore rispetto alla media 1991-2021 (-80/-73% tra Gennaio e Ottobre).

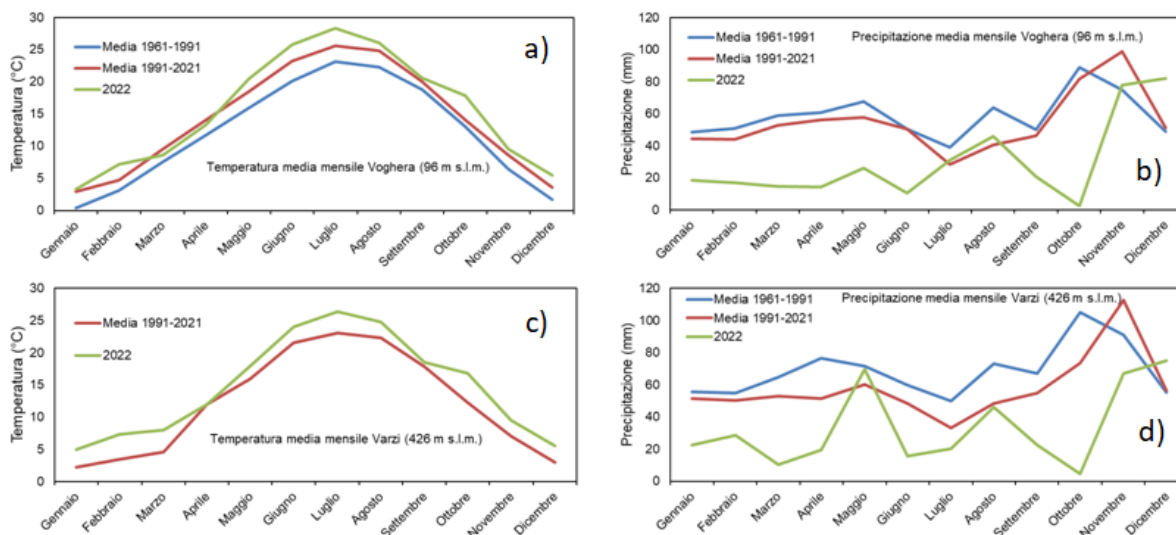


Figura 1.1. Andamento di temperatura (a) e precipitazione (b) medie mensili per i periodi 1961-1990 e 1991-2021 per la stazione meteorologica di Voghera. Andamento di temperatura (c) e precipitazione (d) medie mensili per i periodi 1961-1990 e 1991-2021 per la stazione meteorologica di Varzi.

Tabella 1.1. Medie di temperatura e precipitazione annua per i periodi 1961-1990 e 1991-2021 per le stazione meteorologiche di Voghera e di Varzi.

	Temperatura media annua (°C)		Precipitazione media annua (mm)	
	1961-1991	1992-2021	1961-1991	1992-2021
Voghera	12	14.1	702.8	651.8
Varzi	-	12.1	825.4	694.4

Dal punto di vista olivicolo, notizie di coltivazioni di olivi si trovano già a partire dal 1500, e poi a seguire nei secoli successivi. Si tratta soprattutto di poche piante, localizzate specialmente in prossimità di castelli e chiese. Attualmente, in Oltrepò Pavese esistono piccole, ma molteplici realtà aziendali, che si sono cimentate con la coltivazione dell'ulivo con successo e si hanno da diversi anni produzioni che cominciano a destare interesse per la qualità dell'olio prodotto.

Diventa, quindi, importante un progetto di sviluppo sperimentale, che possa permettere a tutti gli agricoltori che individualmente provano, e rischiano in proprio la coltivazione dell'olivo, spesso fallendo, di avere a disposizione una base conoscitiva utile, ma anche dimostrativa in campo.

Questo potrebbe portare a un possibile incremento della superficie agricola a olivi, portando a benefici economici per gli agricoltori e per il territorio oltrepadano. Inoltre, si potrebbero

avere anche altri vantaggi, in termini di prevenzione dell'instabilità di versante e della perdita di suolo fertile, di aumento della bio-diversificazione colturale, di aumento della biodiversità in piante spontanee con incentivo alla crescita di piante erbacee e piccolo arbustive, tipicamente mediterranee, nelle aree aperte di coltivazione dell'olivo.

## **2. Obiettivi e scopi del lavoro**

Lo scopo principale di questo progetto è stata la maggiore conoscenza della realtà della olivicoltura già insediata, da una decina di anni almeno, in Oltrepò Pavese e soprattutto delle sue potenzialità per gli anni e decenni futuri. A tal fine, gli obiettivi specifici di questo progetto sono stati i seguenti:

1. Censimento della coltivazione dell'olivo nel territorio dell'Oltrepò Pavese per rilevare la diffusione e la consistenza attuale del fenomeno
2. Carta vocazionale dell'olivo in Oltrepò Pavese nelle condizioni climatiche attuali e considerando futuri scenari climatici
3. Valutazione della predisposizione dei versanti coltivati a ulivo a fenomeni di instabilità di versante superficiale e quantificazione della capacità protettiva delle piante di ulivo nei confronti di questi processi
4. Realizzazione di impianti pilota
5. Valutazione della qualità del prodotto in termini di caratterizzazione chimica strumentale, al fine di stabilire standard di riferimento locali, non esistenti al momento.
6. Messa a punto di linee guida per una corretta gestione dell'olivicoltura in Oltrepò Pavese

### 3. Risultati

#### 3.1 Censimento della coltivazione dell'olivo nel territorio dell'Oltrepò Pavese

Il comprensorio coltivo dell'Oltrepò Pavese è un territorio molto vasto in cui la coltivazione di circa 13.000 ettari di vite ne determina la prevalente vocazionalità. La coltivazione più o meno organizzata dell'olivo rappresenta una coltura marginale, empirica, ancora sperimentale, ma con vaste potenzialità date da areali con particolari microclimi e in prospettiva da fenomeni di cambiamento climatico in atto negli ultimi decenni. Ciò che è stato osservato a seguito di questo iniziale censimento, meglio definibile campionamento, è sia l'organizzazione di comprensori coltivati in cui l'agricoltore ha caratterizzato gli impianti con regolari sesti, sia la scelta di utilizzare zone in cui l'olivo ha distribuzioni a filari o senza un'apparente criterio agronomico. Circa la scelta delle varietà di olivo coltivate, si è osservato l'adozione di un criterio riferito alla qualità e tipologia del prodotto finale che si voleva ottenere nel caso di appezzamenti agronomicamente organizzati, mentre nel caso di impianti effettuati in zone marginali quali scarpate o situazioni impervie, con varietà appartenenti alle realtà coltivate del centro sud Italia; le varietà Leccino, Pendolino, Frantoio e Moraiolo risultano comunque prevalenti. L'esecuzione delle attività di rilievo hanno previsto le seguenti modalità:

- Identificazione delle aree di interesse determinando i confini dell'area di studio attraverso il download dei dati open dal geo portale di Regione Lombardia degli usi del suolo come base di partenza.
- Digitalizzazione degli shape file delle particelle catastali dichiarate a Olivo sui fascicoli aziendali degli agricoltori.
- Ricerca e analisi territoriale attraverso la foto interpretazione degli ulteriori appezzamenti utilizzando sistemi geografici territoriali (GIS) e compilazione tabella attributi riferita alle varietà, sesto d'impianto, anno d'impianto e forma di allevamento.
- Sopralluoghi di campo pianificati previa analisi della fotointerpretazione delle aree
- Rilevamento su campo dei dati riferiti al sesto d'impianto, varietà e forma di allevamento, scatto fotografico georeferenziato ed infine rilievo GPS.
- Riporto a video attraverso sistemi geografici territoriali (GIS) dei sopralluoghi di campo e scatto fotografico digitale di immagini georeferenziate in cui la fotointerpretazione del territorio aveva evidenziato la presenza di coltivazione di olivo.
- Costruzione di un layer/catalogo sovrapponibile alla carta vocazionale.

Le considerazioni posteriori a tali attività, hanno evidenziato che esistono da anni piccole, ma molteplici realtà aziendali, che si sono cimentate nella coltivazione dell'olivo con successo e

si hanno da diverso tempo produzioni che cominciano a destare interesse per la qualità dell'olio prodotto. Gli studi effettuati evidenziano che l'olivicoltura in Oltrepò Pavese potrebbe essere l'inizio di una nuova filiera produttiva capace di affiancare la viticoltura; sono infatti presenti condizioni di giacitura, esposizione, geologia dei suoli e composizione chimica dei terreni che appaiono favorevoli alla crescita dell'olivo e allo sviluppo dell'olivicoltura. Attualmente l'uso del suolo dichiarato a Olivo nei fascicoli aziendali (SISCO sistema delle conoscenze di Regione Lombardia) in Provincia di Pavia e quindi in Oltrepò Pavese è pari a 17,50 ettari, ma un iniziale censimento delle superfici porta a oltre 40 gli ettari coltivati. Le varietà che più hanno dimostrato maggiore successo, sia nell'adattabilità, sia nell'accrescimento, sono le varietà Frantoio, Leccino, Pendolino, e Moraiolo, con sesti d'impianto tendenzialmente 4 x 4 e 6 X 6, dove diverse scuole di pensiero su base ancora empirica, hanno cercato un compromesso tra dati di bibliografia, dati divulgativi e la realtà dei versanti di destinazione. I sopralluoghi ad oggi effettuati nelle zone di Codevilla e Mondondone confermano la presenza di impianti di olivo con più di 10 anni di età, così come nella zona di Mornico Losana e Casteggio frazione San Biagio. Tali impianti tendenzialmente esposti a sud est- sud ovest godono di peculiari microclimi nei quali la temperatura scende raramente sotto lo zero consentendo una protezione alle gelate tardive che risulta il fattore più critico delle piante in ripresa vegetativa.

La conclusione delle attività di rilievo svolte, ha portato ad una felice evidenza, ovvero la consapevolezza che il lavoro si qui svolto è sì un puntuale campionamento di diverse aree, ma che l'attività di censimento definitivo è ancora in divenire, in quanto esistono molteplici aree non dichiarate dai produttori agricoli o gestite da hobbisti e proprietari non agricoltori che si sono palesati solo alla fine delle attività grazie all'interesse che si è creato nel corso delle attività di rilievo e divulgazione.



## **3.2 Vocazionalità all'olivo in Oltrepò Pavese nelle condizioni climatiche attuali e considerando futuri scenari climatici**

### **3.2.1 Carte di vocazione all'olivo nelle condizioni climatiche attuali e considerando futuri scenari climatici**

La zonazione del territorio oltrepadano ai fini di vocazione olivicola ha lo scopo di definire delle classi di vocazionalità del territorio, in termini di probabilità di attecchimento, sviluppo e crescita di piante di ulivo.

La valutazione delle vocazionalità del territorio oltrepadano è stata realizzata utilizzando, come parametri di previsione del modello di stima di questa, vari fattori che influenzano lo sviluppo e la crescita delle piante di olivo. La scelta di questi parametri è stata fatta sulla base dei parametri normalmente utilizzati per la realizzazione di carte di vocazionalità all'olivicoltura, realizzate in contesti italiani e internazionali maggiormente vocati alla coltivazione di questa pianta (Italia centro-meridionale, Spagna, Grecia, Francia meridionale, Turchia).

In Tab. 3.2.1.1 e in Fig. 3.2.1.1, 3.2.1.2 e 3.2.1.3, sono elencati i parametri utilizzati nel modello messo a punto per la stima della vocazionalità del territorio e il significato che ogni parametro riveste in termini di influenza sulla crescita e lo sviluppo delle piante di ulivo.

I parametri considerati sono riconducibili a 4 categorie:

1. fattori geologici (litologia del substrato): parametro che consente di descrivere le caratteristiche geologiche, fisiche e pedologiche dei suoli che potrebbero essere potenzialmente interessati dalla coltivazione. Questo dato è stato raccolto a partire dalla cartografia geologica disponibile nell'area, corrispondente ai fogli del progetto CARG (scala 1:50000) e della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100000);
2. fattori geomorfologici (quota, esposizione, pendenza curvatura, Topographic Position Index, Topographic Wetness Index, Radiazione solare globale potenziale): parametri che consentano di rappresentare le caratteristiche del territorio a migliore vocazione di coltivazione. Questi parametri sono stati derivati dal Modello Digitale del Terreno della Regione Lombardia, con risoluzione di 5 m, disponibile per l'area di indagine sul Geoportale della Regione Lombardia;
3. fattori climatici (precipitazione media annuale, temperatura media annuale, numero annuale di giorni di freddo): variabili che rappresentano le diverse condizioni climatiche favorevoli o limitanti la coltivazione dell'olivo. Per la raccolta di questi dati, sono stati considerati dati del trentennio 1991-2021, raccolti da stazioni meteorologiche rappresentative dei diversi contesti dell'area di studio (stazioni meteorologiche della rete di Arpa Lombardia; stazioni meteorologiche della rete di Arpa Emilia Romagna; stazione meteorologica dell'Istituto Gallini di Voghera), che avevano serie storiche continue di dati in questo periodo di tempo. Per ciascuno dei parametri considerati, sono state ricostruite

delle mappe di distribuzione sull'intera area indagata, attraverso l'interpolazione spaziale, basata sulla quota e la posizione geografica delle stazioni di riferimento, dei dati misurati in corrispondenza di ciascuna stazione;

4. fattori botanici (caratteristiche di mediterraneità dell'area): caratteristiche floristiche e vegetazionali che richiamano quelle delle tipiche condizioni di sviluppo dell'olivo, almeno in zone interne e montane (clima sub-mediterraneo, con progressivo riscaldamento). Una carta delle caratteristiche di mediterraneità dell'area a partire da rilievi di campo, che hanno permesso di suddividere il territorio in varie classi di mediterraneità in funzione del numero di specie e vegetali tipiche del clima mediterraneo rinvenute.

*Tabella 3.2.1.1. Parametri utilizzati nel modello di previsione della vocazionalità all'olivo e loro significato dal punto di vista della vocazione.*

Parametro	Tipo di fattore	Dati originari	Significato
Litologia del substrato	Fattore geologico	Carta geologica scala 1:50000, 1:100000	Quantità di acqua che può essere contenuta nel suolo, tessitura, spessore
Quota dei versanti	Fattore geomorfologico	Modello Digitale del Terreno con risoluzione di 5 m	Temperatura e precipitazione, clima di un'area
Esposizione dei versanti	Fattore geomorfologico	Modello Digitale del Terreno con risoluzione di 5 m	Quantità di insolazione e radiazione solare a disposizione, temperatura, disponibilità di acqua nel sottosuolo
Pendenza dei versanti	Fattore geomorfologico	Modello Digitale del Terreno con risoluzione di 5 m	Processi di degradazione del suolo, disponibilità di acqua nel suolo
Curvatura dei versanti	Fattore geomorfologico	Modello Digitale del Terreno con risoluzione di 5 m	Flussi di acqua nel sottosuolo e runoff in superficie, disponibilità di acqua nel suolo
Topographic position index	Fattore geomorfologico	Modello Digitale del Terreno con risoluzione di 5 m	Processi di erosione e deposizione all'interno di un bacino, zona di accumulo delle acque in superficie e nel sottosuolo, insolazione e radiazione solare, ristagno di aria fredda e condizioni climatiche locali
Topographic wetness index	Fattore geomorfologico	Modello Digitale del Terreno con risoluzione di 5 m	Contenuto in acqua nel suolo, processi di infiltrazione
Radiazione solare globale potenziale	Fattore geomorfologico	Modello Digitale del Terreno con risoluzione di 5 m	Crescita e sviluppo delle piante

Precipitazione media annuale	Fattore climatico	Stazioni meteorologiche (periodo 1991-2021)	Quantità di acqua disponibile per la crescita e la produzione della pianta
Temperatura media annuale	Fattore climatico	Stazioni meteorologiche (periodo 1991-2021)	Crescita e produttività delle piante, evapotraspirazione
Numero annuale di giorni di freddo	Fattore climatico	Stazioni meteorologiche (periodo 1991-2021)	Crescita e produttività delle piante, danni da gelo
Caratteristiche di mediterraneità	Fattore botanico	Rilievi di campo	Clima dell'area simile a quello delle tipiche condizioni di sviluppo di olivi

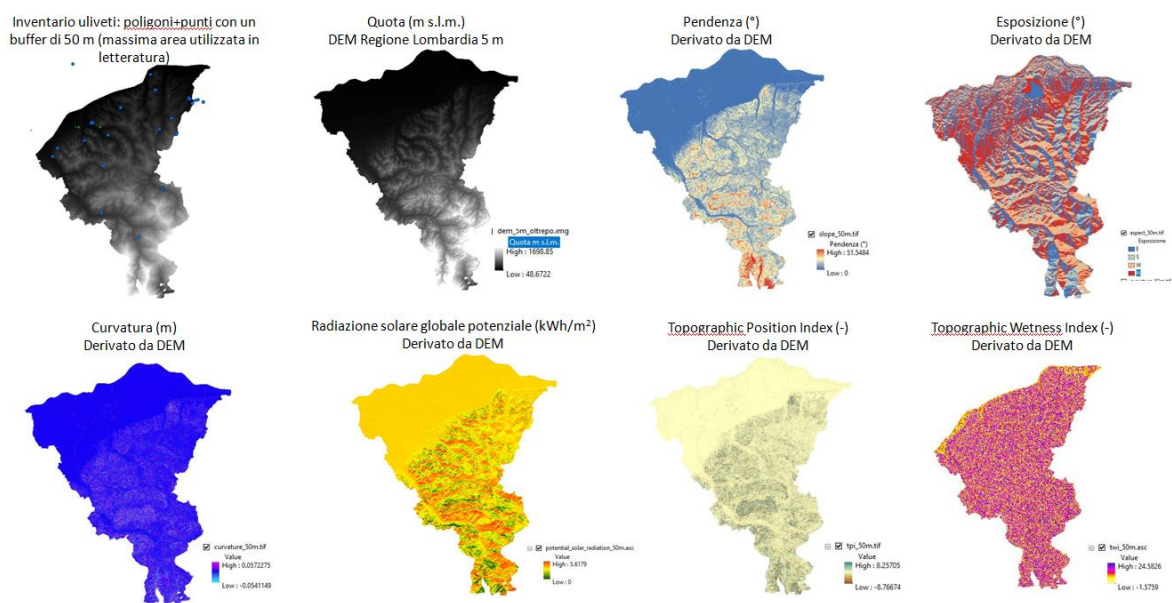


Figura 3.2.1.1. Mappe dei parametri geomorfologici utilizzati nel modello di previsione della vocazione all'olivo.

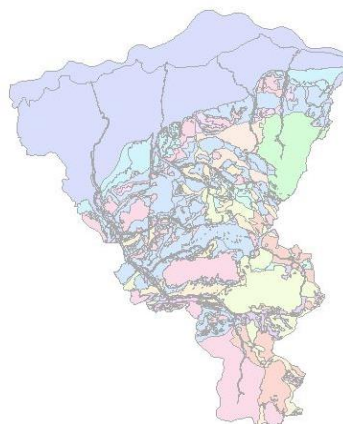


Figura 3.2.1.2. Mappa dei parametri geologici utilizzati nel modello di previsione della vocazione all'olivo.

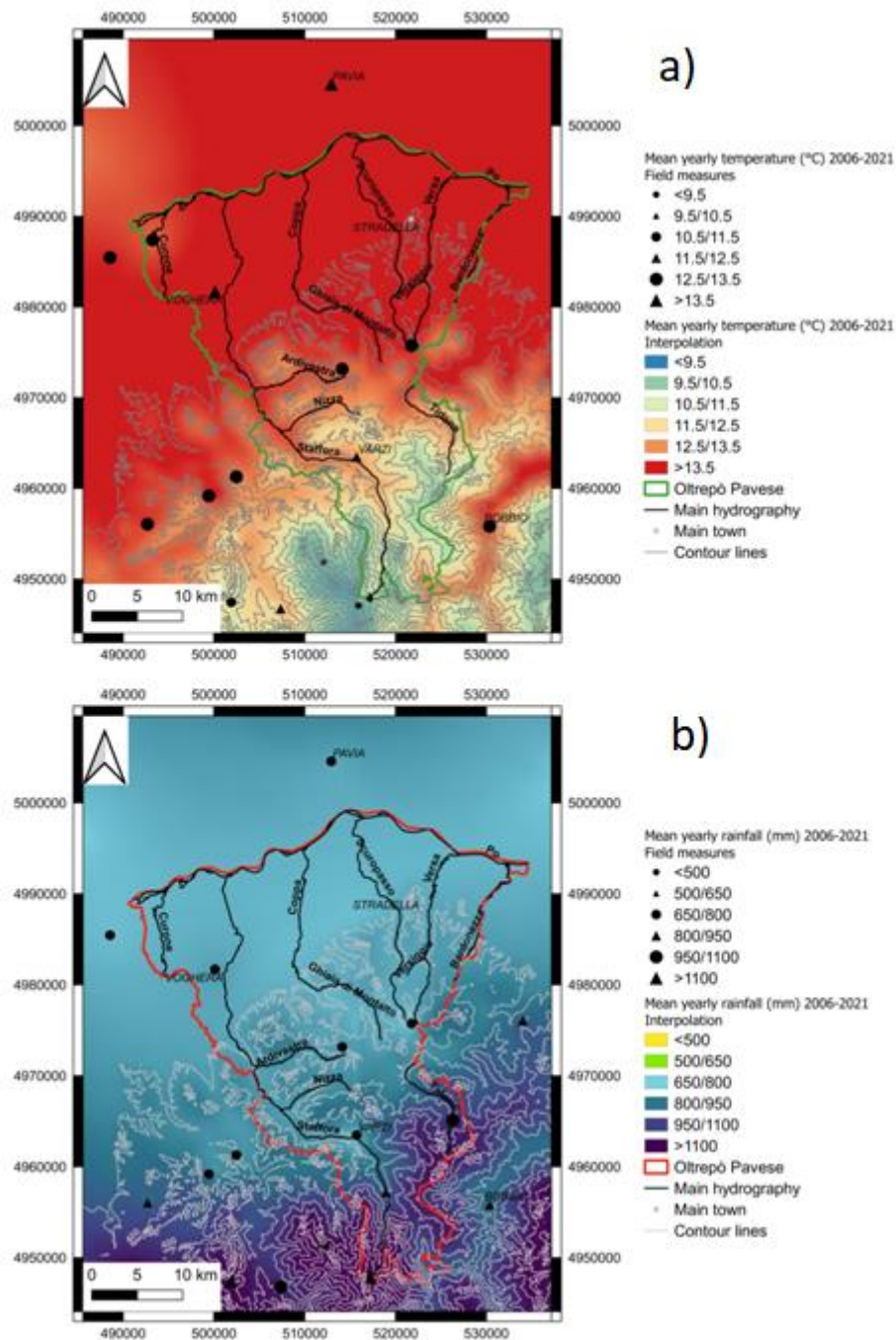


Figura 3.2.1.3. Mappa dei parametri climatici utilizzati nel modello di previsione della vocazione all'olivo.

Le mappe dei fattori previsionali del modello di vocazione, uniti al database spaziale degli uliveti e delle piante di ulivo, sono stati quindi combinati in un modello statistico data-driven, che ha permesso di creare un algoritmo di previsione della probabilità, con valori compresi tra 0 e 1, di poter trovare piante di ulivo in una determinata porzione del territorio indagato. Maggiore è la probabilità, maggiore è la vocazione di quel settore alla coltivazione di ulivi. La distribuzione spaziale di questi valori di probabilità è stata, quindi, riclassificata in tre classi:

- 1) non adatto (probabilità di trovare ulivi tra 0 e 0.25)
- 2) scarsamente adatto (probabilità di trovare ulivi tra 0.25 e 0.55)
- 3) adatto (probabilità di trovare ulivi tra 0.55 e 1).

Questa mappa è stata realizzata con risoluzione uguale a quella usata per i parametri di input del modello, corrispondente a 50 m.

La bontà di previsione del modello e della risultante carta di vocazione è stata verificata valutando la percentuale di siti attualmente coltivati a olivo o con piante di olivo che ricadono all'interno della classe 3 di vocazione alla coltivazione (adatta alla coltivazione dell'olivo).

Sono stati ricostruiti 8 modelli di previsione della vocazionalità attuale alla coltivazione dell'olivo, ciascuno basato sul tipo di algoritmo statistico utilizzato:

1. Generalized Linear Model (GLM): relazioni solo lineari tra variabili predittive e variabile da predire
2. Generalized Additive Model (GAM): relazioni lineari o non lineari tra variabili predittive e variabile da predire
3. Multiadaptive Regression Splines (MARS): relazioni tra variabili secondo intervalli
4. Artificial Neural Network (ANN): relazioni complesse simulate secondo il cervello umano
5. Support Vector Machine (SVM): relazioni secondo un metodo di classificazione supervisionata
6. Random Forest (RF): relazioni secondo alberi logici
7. Gaussian Process (GP): relazioni statistiche non parametriche
8. Ensemble Model (EM): unione dei risultati dei 7 modelli precedenti

Come si evince dai risultati della Tab. 3.2.1.2, il miglior modello di previsione della vocazionalità è risultato essere quello ricostruito utilizzando l'algoritmo statistico Random Forest. Questo modello ha consentito di classificare correttamente, nella classe 3-adatta di vocazionalità, il 97% degli uliveti/ulivi singoli attualmente presenti nel territorio oltrepadano.

La carta di vocazione attuale alla coltivazione dell'ulivo risultante è illustrata in Fig. 3.2.1.4. Da questa carta si evince come, nelle condizioni climatiche attuali, il 27% del territorio risulta essere classificato come "adatto" alla coltivazione dell'olivo, in una porzione che copre in particolare la fascia centro settentrionale del territorio oltrepadano collinare. Il 23% del territorio risulta essere classificato come "scarsamente adatto" all'olivo, mentre il restante 50% del territorio rientra nella classe "non adatto" alla coltivazione dell'olivo. Queste due

classi di vocazione sono diffuse, in particolare, nel settore meridionale e montuoso dell'Oltrepò Pavese, ma anche nei fondovalle dei principali torrenti dell'area (es. Staffora, Versa, Scuropasso, Coppa, Ghiaia di Montalto).

*Tabella 3.2.1.2. Risultati dei modelli di previsione della vocazione all'olivo secondo le condizioni climatiche attuali.*

	Percentuale di uliveti e piante singole correttamente classificati in classe 3-adatta	Percentuale di uliveti e piante singole non classificati in classe 3-adatta
GAM	84.2±1.8	15.7±1.8
GLM	68.5±2.8	31.5±2.8
MARS	82.7±1.5	17.3±1.5
RF	96.9±1.1	3.1±1.1
GP	92.3±2.8	7.7±2.8
ANN	3.0±2.3	97.0±2.3
SVM	91.4±1.8	8.6±1.8
ENSEMBLE	95.9±1.0	4.1±1.0

Analizzando la distribuzione della classe “adatto” alla coltivazione dell'ulivo, è possibile individuare quali siano, secondo le condizioni climatiche attuali, i contesti geologico-geomorfologici e climatici maggiormente vocati alla coltivazione dell'ulivo. Come si evince anche dai dati dei grafici presenti in Fig. 3.2.1.5, i contesti maggiormente vocati risultano essere attualmente:

- versanti a quote comprese tra 100 e 330 m s.l.m.
- versanti a media-bassa pendenza (< 20°)
- versanti non esposti a nord
- versanti continui, senza rotture di pendenza, con zone meno privilegiate corrispondenti a zone di cresta e di fondovalle
- zone in cui la temperatura media annua è compresa tra 13 e 14°C
- maggiore vocazione in versanti con terreni che derivano da rocce marnose, marnoso-arenacee e calcaree

In particolare, per quanto riguarda le caratteristiche geologico-tecniche dei terreni maggiormente vocati all'olivo, sono stati prelevati campioni di terreno in corrispondenza di 10 tra uliveti e piante singole di diversa età (Tab. 3.2.1.3). Questi campioni sono stati poi testati presso il Laboratorio di Geologia Applicata e Geotecnica del Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente dell'Università di Pavia, per la misura delle seguenti proprietà: granulometria, limiti di Atterberg, caratteristiche volumetriche (peso di volume, densità secca, porosità, indice dei vuoti, contenuto in acqua, grado di saturazione). Da questi siti, si nota una certa variabilità nelle caratteristiche dei terreni attualmente vocati alla coltivazione dell'olivo. Per quanto riguarda la granulometria, si tratta di terreni che hanno elevato contenuto in limo (superiore al 45%) e contenuto in argilla variabile (15-35%). Le percentuali in ghiaia e sabbia sono invece più limitate (minore del 15% per la ghiaia; tra 2 e 22% per la sabbia). I terreni possono avere plasticità sia media che alta (limite liquido variabile tra

40,50% e il 58,63%, limite plastico variabile tra il 17,15% e il 22,44%) e densità secca e porosità distribuite in un range ampio (1.34-1.70 g/cm<sup>3</sup> per la densità secca; 38.12-53.55% per la porosità).

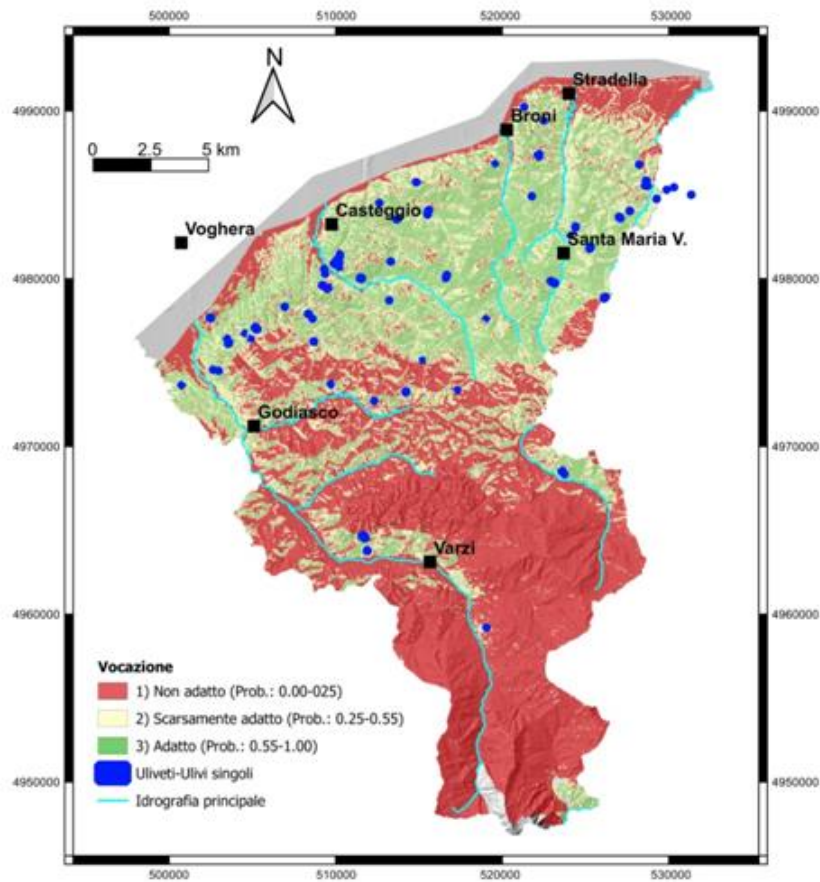


Figura 3.1.2.4. Carta di vocazione all'olivo secondo le condizioni climatiche attuali.

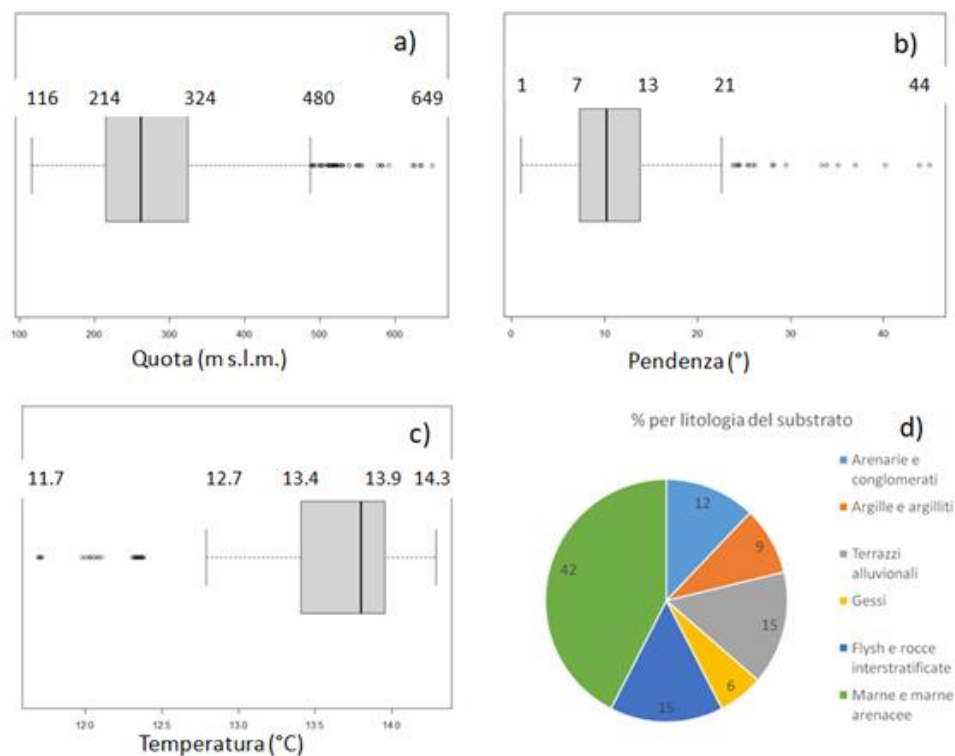


Figura 3.2.1.5. Contesti geologico-geomorfologici e climatici in classe di vocazione “adatta” secondo lo scenario climatico attuale: a) quota dei versanti; b) pendenza dei versanti; c) temperatura media annua; d) litologia del substrato.

Tabella 3.2.1.3. Principali parametri geologico-tecnici di terreni di siti campione attualmente coltivati a olivo o con piante singole.

Sito	Profondità dal piano campagna (cm)	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Limite liquido (%)	Limite plastico (%)	Densità secca (g/cm <sup>3</sup> )	Porosità (%)
FNG1	0-30	5.7	4.8	56	33.5			1.64±0.02	41.35±0.69
FNG1	30-65	3.3	2.7	59.2	34.8	58.63	17.15	1.65±0.07	41.14±2.65
FNG1	65-170	2.8	3	56.2	38			1.51±0.05	45.92±1.71
FNG2	0-40	1.2	7.4	59.6	31.8			1.37±0.04	51.22±1.60
FNG2	40-170	0.9	5.5	58.8	34.8	58.02	18.03	1.39±0.04	50.29±1.41
BNC	0-20	15.1	22.2	47.4	15.3	40.50	21.70	1.34±0.01	51.13±0.38



BNC	20-90	15.2	19.9	49.9	15	45.78	22.25	1.35±0.0 1	50.94±0.52
BNC	90-160	15.2	19.3	45.4	20.1	45.75	22.44	1.38±0.0 3	49.35±0.69
BLB1	0-25	0.9	3.2	72.4	23.5	53.05	18.81	1.28±0.1 9	53.55±6.94
BLB1	25-56	0.1	2	72.7	25.2			1.37±0.0 4	50.30±1.59
BLB1	56-80	0.4	3.4	75.9	20.3	53.37	19.29	1.53±0.2 5	44.37±9.44
BLB1	80-125	0.6	3.6	69.8	26			1.72±0.0 5	37.48±1.94
BLB2	0-25	11.5	4.4	51.8	32.3	57.70	19.02	1.32±0.0 7	52.18±2.44
BLB2	25-80	1.7	6	53.3	39			1.45±0.1 1	47.25±4.00
BLB2	80-136	11.5	9.7	47	31.8	52.00	18.80	1.70±0.1 0	38.12±3.71
LUZ	0-25							1.56±0	43.01±1.89
LUZ	25-60							1.60±0.0 3	41.74±1.07
LUZ	60-90							1.56±0.0 2	43.16±0.63
COLOM B	0-25							1.41±0	49.22±1.84
COLOM B	25-80							1.53±0.0 4	45.34±1.39
COLOM B	80-90							1.55	43.44
CASA1	0-40							1.48±0.1 1	46.62±3.06
CASA1	40-95							1.44±0.0 1	48.94±0.08
CASA2	0-33							1.47±0.0 7	47.15±1.46
CASA2	33-100							1.45±0.0 3	47.64±1.89

SGN	0-40							1.38±0.0 3	49.76±1.39
SGN	40-120							1.41±0.0 7	48.87±2.57

Dato che il cambiamento climatico in atto potrebbe avere effetti sulle temperature e sulla piovosità dell'area, utilizzando il modello scelto per la vocazionalità secondo gli scenari climatici attuali, sono stati ricostruiti anche scenari di vocazione futuri, a diversa risoluzione temporale dei parametri utilizzati come fattori climatici nel modello di stima della vocazione alla coltivazione dell'olivo. Questi parametri sono, infatti, dei fattori dinamici nel modello di previsione della vocazionalità, la cui variazione nel tempo può far cambiare il valore della classe di vocazione di una certa porzione del territorio.

Le proiezioni climatiche future sono state derivate dagli scenari dei Modelli di Previsione resi disponibili dal Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (<https://www.cmcc.it/it/scenari-climatici-per-litalia>). Sono stati, in particolare, considerati 6 possibili scenari futuri, con 3 diverse risoluzioni temporali (al 2050, al 2070 e al 2100) e secondo uno scenario con contenimento delle emissioni limitato (RCP 4.5) e uno con contenimento delle emissioni nullo o inefficace (RCP 8.5).

Le carte di vocazione futura secondo questi scenari sono presenti in Fig. 3.2.1.6. Per tutti gli scenari futuri, le aree attualmente considerate come più vocate risulterebbero ancora adatte anche per i diversi aumenti di temperatura previsti. All'aumentare della temperatura prevista nei vari scenari, aumentano le aree adatte alla coltivazione dell'olivo, con una progressiva riduzione della percentuale di aree "non adatte" o "scarsamente adatte", che scenderebbero sotto il 60% del territorio considerando un aumento della temperatura media annua di almeno 3-3.5°C (Fig. 3.2.1.7). L'aumento delle aree adatte interessa in particolare le zone poste a quote più elevate, fino a raggiungere un limite massimo posto a circa 1300 m s.l.m., per gli scenari con aumento della temperatura di almeno 3-3.5°C. Secondo questi scenari futuri, sarebbe necessario un aumento della temperatura media annua di almeno 2-2.5°C per rendere adatti versanti esposti anche verso nord-est, nord-ovest e nord.

In conclusione, la carta di vocazionalità all'olivo ricostruita secondo gli scenari climatici attuali ha mostrato una ottima corrispondenza con gli uliveti e i siti con piante singole attualmente presenti nell'area. A partire da questo, questa carta può essere un efficace strumento per identificare quelle porzioni di territorio maggiormente adatte alla coltivazione dell'olivo, secondo le condizioni climatiche attualmente presenti.

Secondo questa carta, circa un quarto del territorio risulta essere, ad oggi, adatto alla coltivazione di olivi: queste aree corrispondono normalmente a versanti in zone collinari, con pendenza medio-bassa, non esposti verso N, non su fondovalle.

Inoltre, secondo le carte di vocazionalità futura ricostruite secondo diversi scenari climatici previsti, l'aumento delle temperature dovuto al cambiamento climatico in atto potrebbe

portare a un aumento della porzione di territorio adatto all'olivicoltura, soprattutto verso quote più alte.

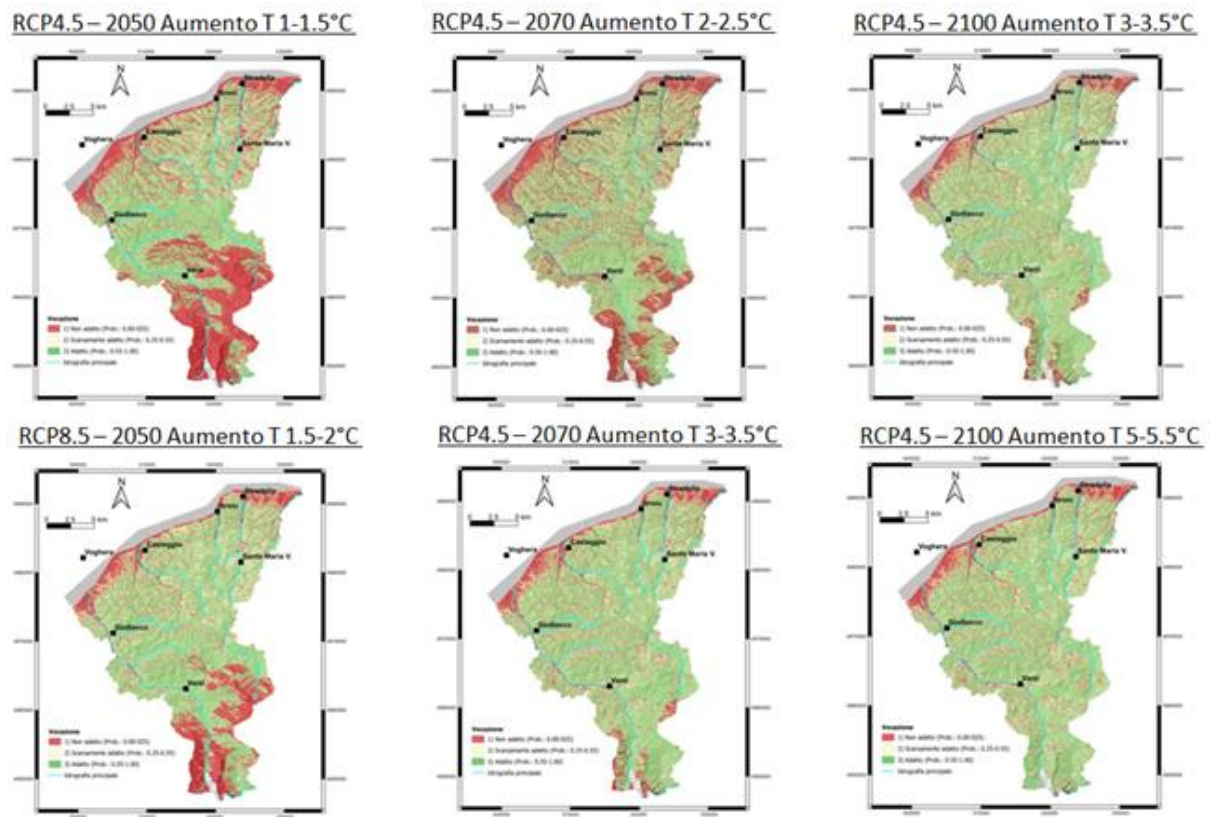


Figura 3.1.2.6. Carta di vocazione all'olivo secondo le condizioni climatiche future.

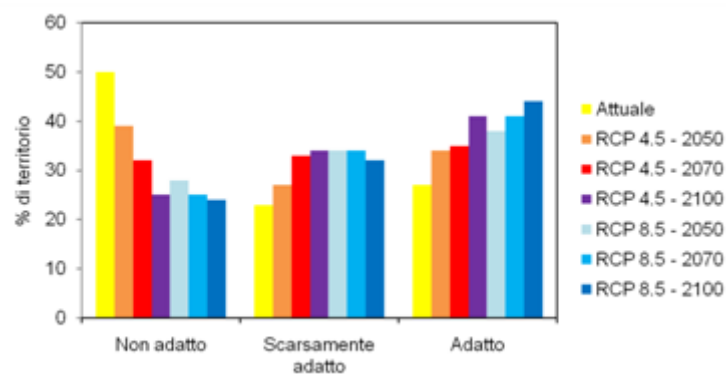


Figura 3.1.2.7. Distribuzione delle classi di vocazione nelle diverse carte di vocazione all'olivo ricostruite.

Nella completa valutazione del modello di vocazione ricostruito, è opportuno sottolineare alcuni limiti, che potrebbero essere colmati per migliorare ulteriormente questo modello di previsione:

- nel modello di stima della vocazione, potrebbero essere inseriti altri parametri di previsione ora non considerati, come ad esempio lo spessore del suolo, che possono influenzare significativamente la vocazione di un territorio;
- nel modello di previsione mancano dati relativi alla resa e alla produttività delle piante, che, se disponibili, possono affinare ulteriormente l'individuazione dei settori più vocati;
- per quanto riguarda gli scenari di vocazione futura, risultati più precisi si potranno ottenere considerando scenari climatici futuri ricostruiti a partire da modelli a scala regionale, validati con dati del territorio indagato.

### 3.2.2 Indici multispettrali per la valutazione della vigoria delle piante di olivo

Lo stato di vigoria delle piante di olivo attualmente coltivate in Oltrepò Pavese può rappresentare un parametro importante per comprendere la vocazione attuale di questo territorio nei confronti di questa coltivazione.

Per l'analisi delle serie temporali degli indici multispettrali degli ulivi in Oltrepò pavese, è stata usata la piattaforma GEE (Google Earth Engine) con la quale è possibile elaborare e processare un vasto dataset di immagini satellitari ad alta risoluzione spaziale e temporale. Al fine di ricavare gli indici multispettrali necessari ad osservare lo stato vegetativo degli ulivi, nonché le condizioni idriche che questi hanno subito negli ultimi anni, sono stati selezionati quattro principali indici multispettrali, largamente descritti ed utilizzati in letteratura scientifica.

Gli indici selezionati riguardano principalmente: NDVI, NDMI, NDWI e SAVI, l'elaborazione di questi è avvenuta mediante la piattaforma GEE, scrivendo l'apposito codice javascript per ricavare sia l'indice multispettrale che la serie temporale prescelta, la scelta di suddetti indici viene elencata di seguito, mentre i codici javascript sono riportati in appendice.

L'indice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) è l'indice multispettrale maggiormente utilizzato in letteratura per ricavare informazioni come la struttura della vegetazione, lo stato di fatto della copertura vegetale, la capacità fotosintetica, la densità, nonché per identificare una serie di parametri di fenologia, che permettono di descrivere gli eventi del ciclo di vita delle piante, e come quest'ultime vengono influenzate dalle variazioni stagionali ed inter-autunnali, sia del clima che dell'habitat.

L'NDVI dal punto di vista concettuale rappresenta il rapporto della differenza tra la banda del vicino infrarosso (NIR) e la banda del rosso (RED), e la somma di queste due relative bande (Rouse jr et al. 1974), la formula viene espressa come:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

dove, il NIR rappresenta la riflettanza della banda del vicino infrarosso, e il RED rappresenta la riflettanza nella banda del rosso visibile. Il concetto alla base di tale equazione, è che la vegetazione verde (e dunque rigogliosa), riflette molta meno luce visibile, e più del vicino infrarosso (NIR), mentre la vegetazione sparsa o meno verde (poca vegetazione sull'area o vegetazione disturbata/morta), riflette una porzione maggiore della luce del visibile (RED), e meno del vicino infrarosso.

L'indice NDVI, che combina tutte queste caratteristiche di riflettanza in un rapporto, è quindi un indice correlato alla capacità fotosintetica della pianta, gli intervalli di valori di questo indice, sono compresi tra -1 e +1. Solamente i valori positivi corrispondono alle zone vegetate (maggiore è l'indice, maggiore sarà il contenuto di clorofilla).

Attraverso tale indice è stato possibile verificare lo stato di salute degli ulivi negli ultimi anni, analizzando in tal modo anche gli stress che possono derivare da gelate invernali o periodi siccitosi.

Il secondo indice considerato, ovvero l'indice NDMI (Normalized Difference Moisture Index) descrive il livello di stress idrico della coltura che si sta analizzando, e rappresenta il rapporto della differenza tra la banda del vicino infrarosso (NIR) e dell'infrarosso a bande corte (SWIR), e la somma di queste due bande, la formula viene espressa come:

$$NDMI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

Attraverso questo indice è possibile riconoscere le zone che risentono di problemi di stress idrico. I valori di questo indice variano tra -1 e 1, e conseguentemente a ciascun valore corrisponde una diversa situazione della coltura analizzata. Generalmente a valori prossimi tra -1 e 0.2 corrisponde suolo nudo o copertura vegetale bassa e stress idrico alto, mentre a valori maggiori tra 0.2 e 0.4 corrisponde copertura vegetale media e stress idrico basso. Infine a valori maggiori di 0.4 si riscontra copertura vegetale buona e nessuno stress idrico.

Mediante tale indice è stato possibile valutare possibili stress idrici che hanno riguardato gli ulivi negli ultimi anni.

Il terzo indice, l'indice NDWI, riguarda invece la stima del contenuto idrico delle foglie a livello della chioma. Rappresenta il rapporto della differenza tra la banda del verde (green) e dell'infrarosso a bande corte (SWIR), e la somma di queste due bande, la formula viene espressa come:

$$NDWI = \frac{GREEN - SWIR}{GREEN + SWIR}$$

Attraverso questo indice è possibile caratterizzare il contenuto idrico delle superfici, in quanto i corpi idrici hanno una forte capacità di assorbimento e bassa radiazione nell'intervallo della lunghezza d'onda visibile a quella infrarossa.

Con questo indice è stato possibile valutare la correttezza dell'indice NDMI, nonché possibili ristagni d'acqua.

Infine, l'indice SAVI (Soil-adjusted vegetation index), viene calcolato allo stesso modo dell'indice NDVI, tuttavia l'indice SAVI tenta di correggere l'influenza delle caratteristiche del suolo nelle aree in cui la copertura vegetale è bassa, al fine di cercare di stimare solamente le caratteristiche della vegetazione. La formula di questo indice viene espressa come:

$$SAVI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR + L} \times 1 + L$$

Dove rappresenta un fattore di regolazione dello sfondo della chioma. Generalmente viene applicato un valore di 0,5 nello spazio di riflettanza, in quanto riduce al minimo le variazioni di luminosità del suolo ed elimina la necessità di una calibrazione aggiuntiva per terreni diversi.

La scelta dell'impiego di tale indice deriva dal motivo di valutare l'influenza del suolo nell'acquisizione dell'indice multispettrale (per via della distanza che può intercorrere tra un ulivo e l'altro) e di verificarne la discrepanza con l'indice NDVI.

Dalle elaborazioni degli indici selezionati, e dalle serie temporali ricavate in GEE è stato possibile fare preziose deduzioni a riguardo delle condizioni di salute degli ulivi in Oltrepò. A tale scopo sono stati selezionati tre siti, Casteggio, Montalto Pavese e Mornico Losana. Inoltre mettendo in relazione gli indici multispettrali con le precipitazioni in Oltrepò è stato possibile evidenziare gli effetti della siccità o delle abbondanti precipitazioni sugli ulivi. Le serie temporali sono state elaborate a partire dal 2017 fino al 2022, serie temporali precedenti al 2017 non possono essere elaborate in quanto non sono disponibili immagini satellitari Sentinel 2, tuttavia serie successive sono possibili modificando lo script in GEE.

L'indice NDVI (Fig. 3.2.2.1) ha messo in evidenza per tutti e tre i siti campione un andamento costante con sola presenza di alcuni picchi con valori negativi nella stagione autunnale-invernale nell'anno 2017, 2019 e 2021, probabilmente tali valori sono da imputarsi a gelate invernali, tale aspetto sarebbe tuttavia da correlare in termini di produzione. Un altro andamento negativo dell'indice NDVI è da imputarsi alla stagione estiva dell'anno 2022 dove la stagione estiva è stata particolarmente siccitosa (particolarmente visibile nella mappa per l'estate del 2022). In ogni modo, le mappe medie (dal 2017 al 2022) per l'indice NDVI (Fig. 3.2.2.2) hanno mostrato un discreto livello di vigoria per tutti e tre i siti. La stessa condizione è poi visibile per l'indice SAVI, pertanto la correzione degli effetti del suolo non è necessaria (per i tre siti campione), probabilmente la distanza tra un impianto e l'altro non è così incisiva.

Dalle serie temporali sia dell'indice NDMI (Fig. 3.2.2.3, 3.2.2.4) che dell'indice NDWI (Fig. 3.2.2.5, 3.2.2.6) si riscontra un andamento circa costante dell'indice. L'indice NDMI mostra picchi positivi in corrispondenza della stagione autunnale-invernale e comunque laddove le precipitazioni sono più intense. Mentre l'indice NDWI mostra per tutti e tre i siti un andamento compreso tra 0 e -0,6, questo perché i siti campione non sono irrigati e l'unico apporto di acqua è da attribuirsi alle precipitazioni (come correlato dal trend delle precipitazioni all'indice).

In ogni modo osservando l'indice di vigoria (NDVI) e l'indice per il contenuto d'acqua (NDWI) si osserva che l'apporto d'acqua dalle precipitazioni risulta adeguato allo sviluppo degli ulivi e per mantenerne un buon livello di vigoria. In particolare si nota, che i siti di Casteggio e Mornico Losana sono quelli che hanno un buon livello di vigoria in relazione alle precipitazioni dal 2017 al 2021.

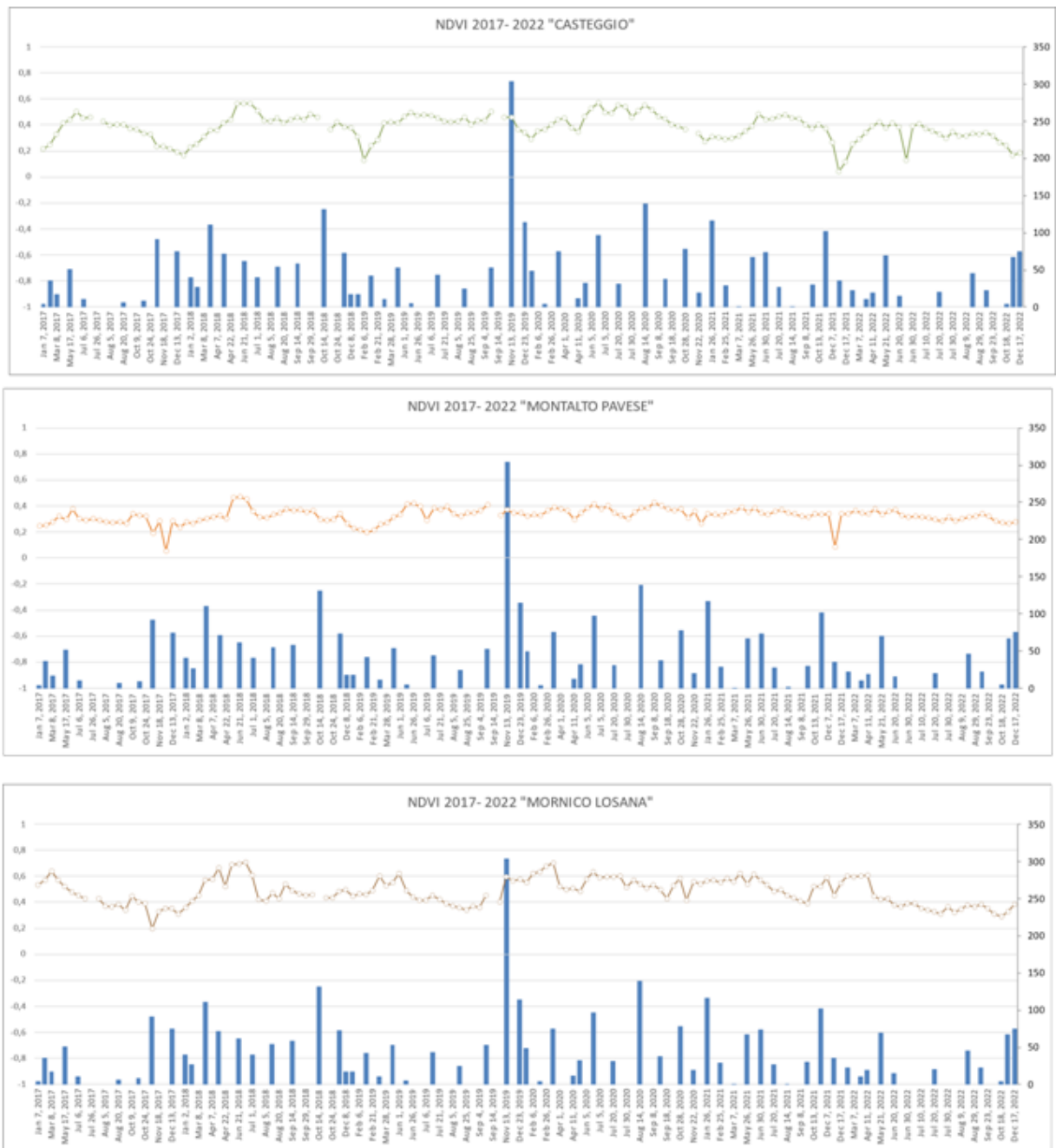


Figura 3.2.2.1. Andamento dell'indice NDVI nei tre uliveti selezionati per il periodo 2017-2022.



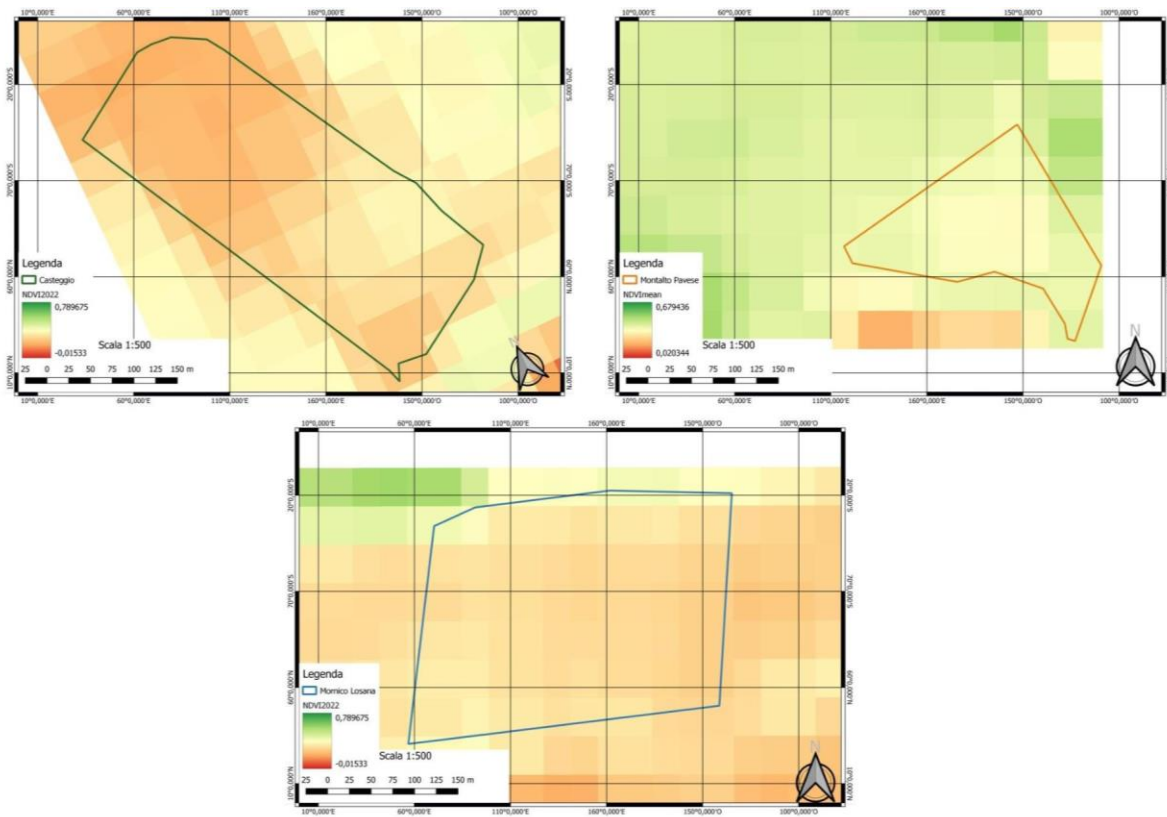


Figura 3.2.2.2. Mappe medie dell'indice NDVI nei tre uliveti selezionati per il periodo 2017-2022.

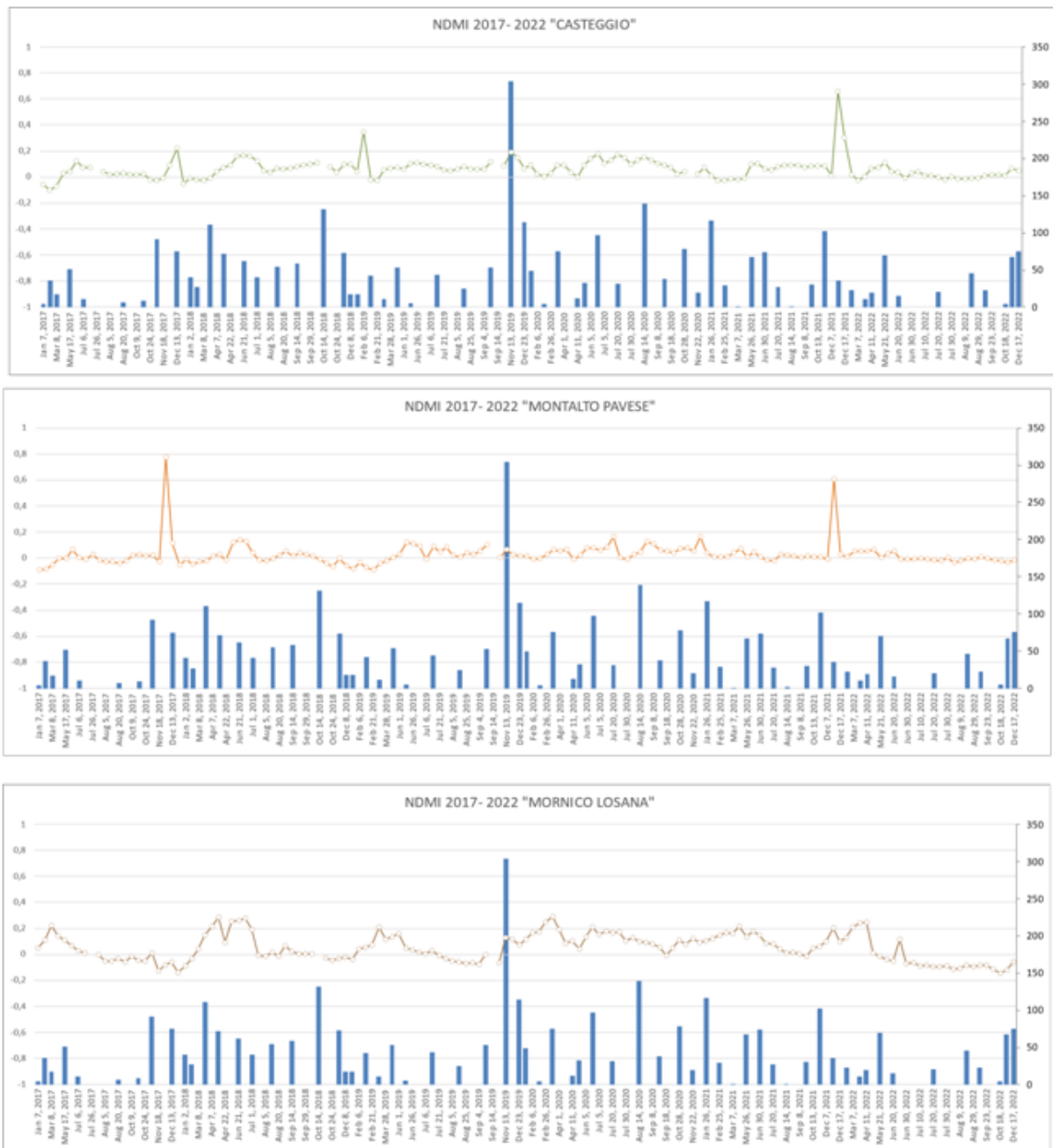


Figura 3.2.2.3. Andamento dell'indice NDMI nei tre uliveti selezionati per il periodo 2017-2022.

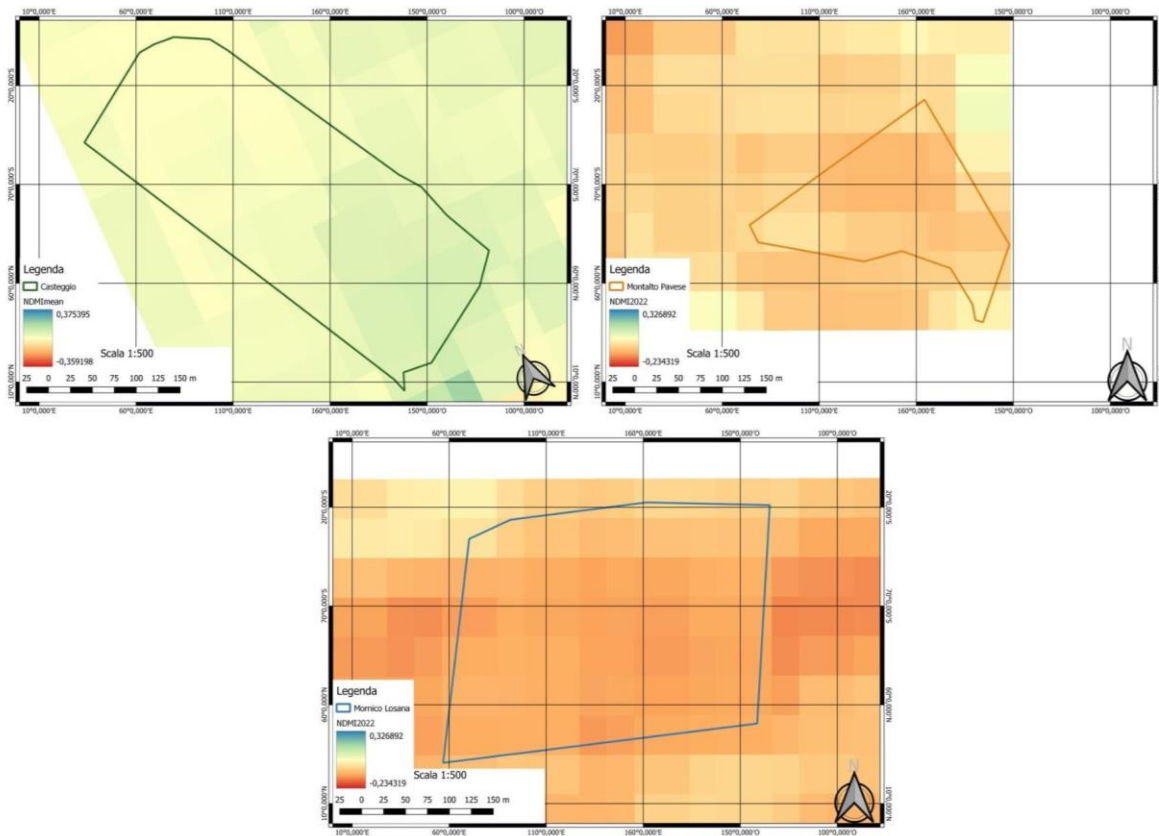


Figura 3.2.2.4. Mappe medie dell'indice NDMI nei tre uliveti selezionati per il periodo 2017-2022.

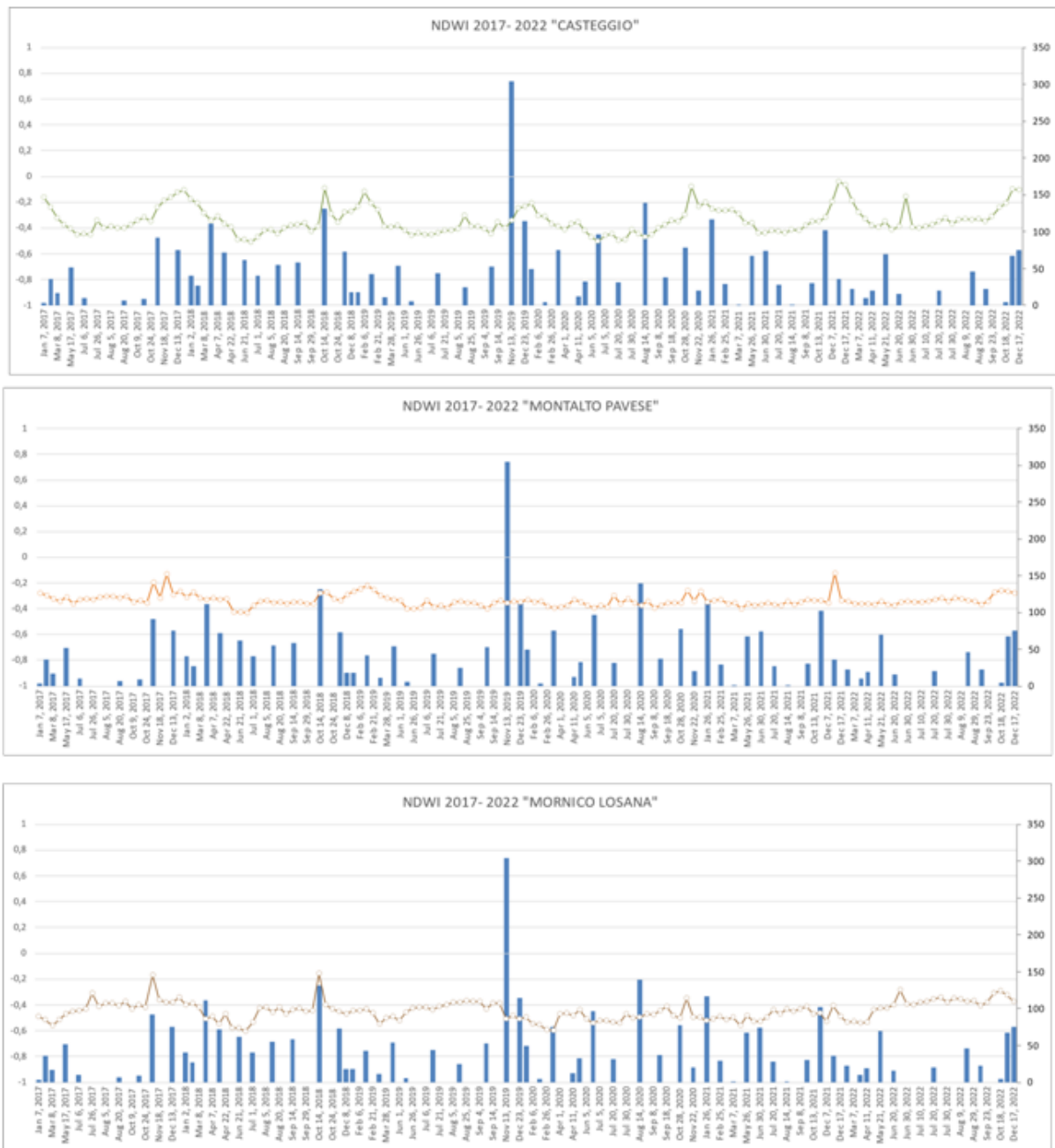


Figura 3.2.2.5. Andamento dell'indice NDWI nei tre uliveti selezionati per il periodo 2017-2022.

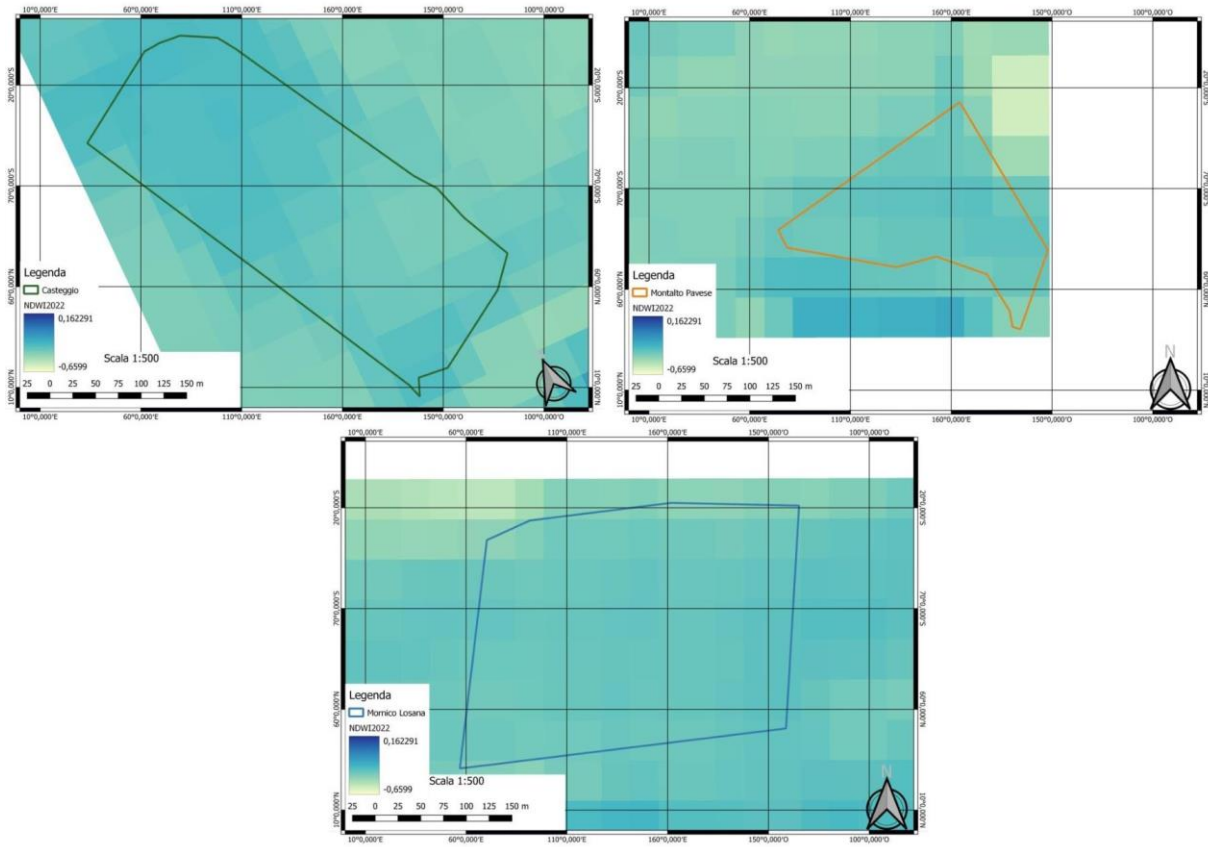


Figura 3.2.2.6. Mappe medie dell'indice NDWI nei tre uliveti selezionati per il periodo 2017-2022.

### 3.3 Valutazione della predisposizione dei versanti coltivati a ulivo a fenomeni di instabilità superficiale e quantificazione della capacità protettiva delle piante di ulivo nei confronti di questi processi

La zona collinare dell'Oltrepò Pavese è una zona fortemente soggetta all'innescò di fenomeni di franosità e di erosione superficiale, che interessano i suoli fino a profondità massime di circa 2 m. A partire dal 2009, oltre 3000 tra frane superficiali e fenomeni di erosione hanno interessato i versanti dell'Oltrepò Pavese, coinvolgendo nel complesso una superficie superiore a 8 km<sup>2</sup> (Bordoni et al., 2019). Oltre a provocare danni significativi alle infrastrutture e alle coltivazioni, questi fenomeni provocano l'asportazione degli orizzonti più superficiali del suolo, togliendo importanti riserve di sostanza organica utili per la fertilità del suolo e per le coltivazioni stesse (Bordoni et al., 2019).

Data questa elevata predisposizione al dissesto superficiale, diventa importante stimare quale possa essere il ruolo che le piante di ulivo possono svolgere nei confronti dell'instabilità superficiale, valutando in particolare come possa essere la loro capacità protettiva nei confronti di questi processi paragonata anche a quelle degli usi del suolo che sono maggiormente diffusi nella zona.

A tal fine, per prima cosa è stata valutata la percentuale di uliveti e piante singole che sono ubicati su versanti interessati in passato da fenomeni franosi. Questa analisi può fornire indicazioni su una possibile correlazione tra la presenza di piante di ulivo, il loro sviluppo e i processi di instabilità di versante che possono interessare le aree coltivate con questa essenza. Per questo confronto, l'inventario degli uliveti e delle piante singole è stato confrontato spazialmente in ambiente GIS con l'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI) della Regione Lombardia, disponibile sul Geoportale della Regione Lombardia. Da tale confronto, non si evince una relazione evidente tra presenza di frane e presenza di uliveti o piante singole, anche se il 41% degli olivi censiti si trova su versanti interessati da fenomeni franosi (Fig. 3.3.1).

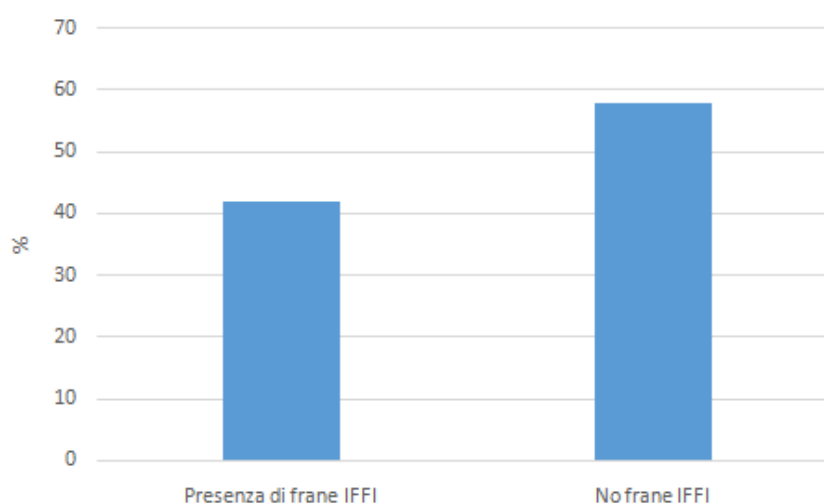


Figura 3.3.1. Confronto tra Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI) e inventario degli uliveti e di piante singole di ulivo censiti nell'area dell'Oltrepò Pavese.

A partire da questo, è stato quantificato il ruolo che le piante di olivo possono svolgere nei confronti del dissesto idrogeologico più superficiale. Infatti, la vegetazione può anche svolgere un ruolo di protezione nei confronti della suscettibilità all'instabilità superficiale, grazie soprattutto alla densità delle radici delle piante presenti in un terreno, che possono sviluppare rinforzo radicale migliorando le caratteristiche di resistenza al taglio e riducendo la probabilità di innesco di erosione e frane superficiali (Bischetti et al., 2009; Wu, 2012).

La quantificazione della densità radicale delle piante di ulivo è avvenuta in 10 siti campioni con presenza di impianti o di piante singole di olivo, che sono stati scelti sulla base dei seguenti criteri: a) rappresentatività rispetto ai diversi contesti geologici e geomorfologici delle aree individuate come più vocate all'olivo dalla carta presentata nel capitolo 3.2.1; b) età delle piante; c) disponibilità delle aziende.

In Tabella 3.3.1, sono riassunte le principali caratteristiche dei siti campione scelti. Inoltre, nella carta di Fig. 3.3.2 sono presenti le ubicazioni dei diversi siti campione. Gli uliveti oggetto delle sperimentazioni in campo occupano poco meno di 25 ha. I versanti su cui insistono questi vigneti hanno dimensioni inferiori a 2 km<sup>2</sup>.

*Tabella 3.3.1. Caratteristiche geologico-geomorfologiche principali dei siti campioni scelti per la misura della densità radicale.*

Sito	Quota (m s.l.m.)	Pendenza (°)	Esposizione	Geologia del substrato	Tipo di terreno	Spessore del terreno (m)	Presenza di frane	Età delle piante (anni)
FNG1	342	9	S	Marna sabbiosa	Argilla con limo	1.7	Sì	10
FNG2	338	8	S	Marna sabbiosa	Argilla con limo	1.7	Sì	10
BNC	309	21	S	Arenaria conglomeratica	Limo argilloso	1.6	Sì	>50
BLB1	219	2	NW	Depositi alluvionali	Limo argilloso	>1.5	No	23
BLB2	216	5	NW	Depositi alluvionali	Limo argilloso	>1.5	No	23
LUZ	164	10	W	Marna	Limo argilloso	0.9	No	18
COLOMB	370	15	W	Marna calcarea	Argilla con limo	0.9	Sì	13
CASA1	305	20	SW	Marna sabbiosa	Limo argilloso sabbioso	1.0	No	15
CASA2	296	19	SW	Marna sabbiosa	Limo argilloso sabbioso	1.0	No	20
SNG	242	15	SW	Marne gessose	Limo argilloso sabbioso	>1.0	No	>100



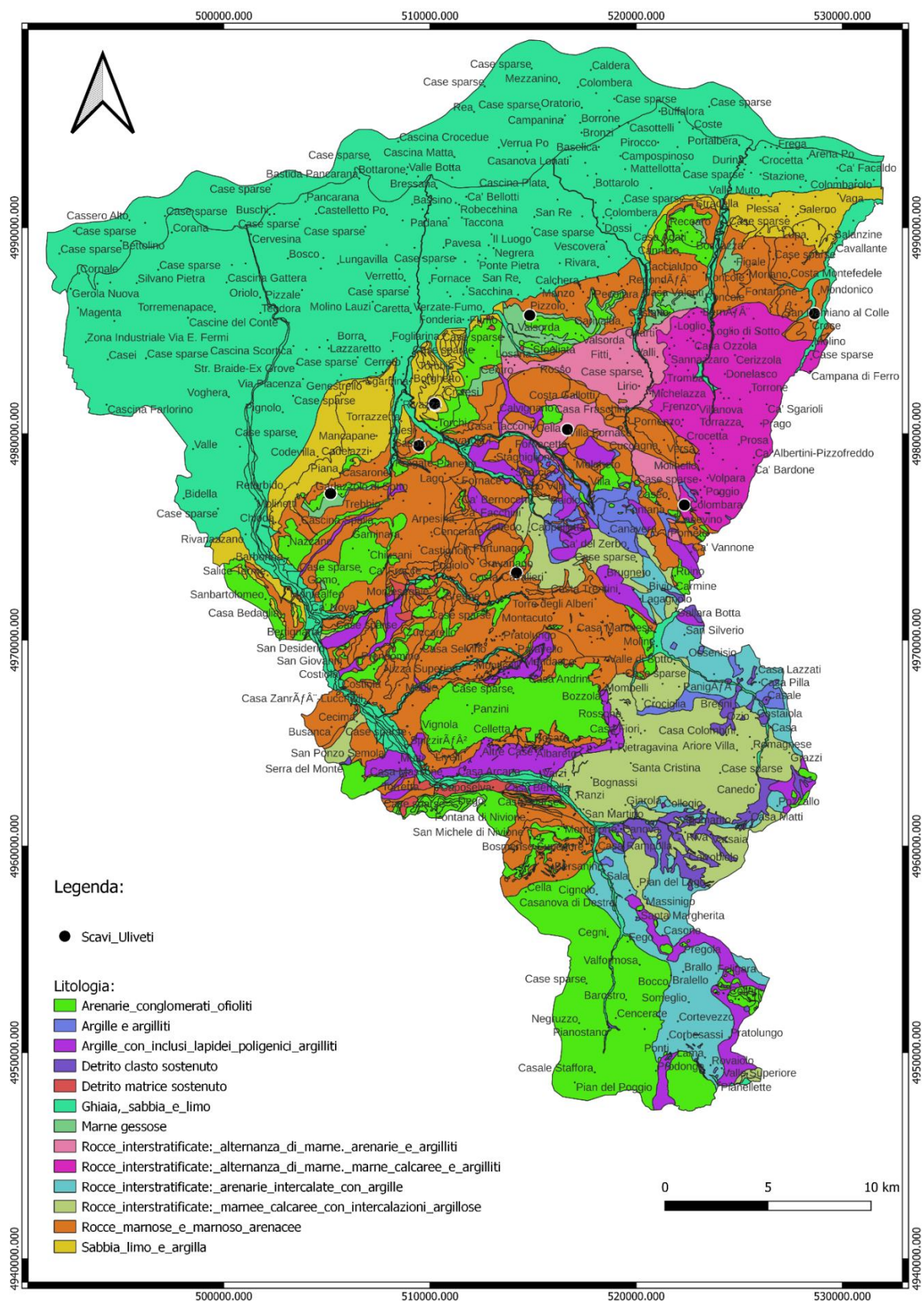


Figura 3.3.2. Ubicazione dei siti campioni scelti per la misura della densità radicale.



Le misure di densità radicale sono state eseguite a Ottobre 2022 e tra Maggio e Luglio 2023. In ciascun sito campione, sono state realizzate delle trincee esplorative, mediante mini-escavatore o con pale e badili, con profondità massima di 2.0 m e lunghezza e larghezza rispettivamente dell'ordine di 2.5 e 1 m (Fig. 3.3.3). In corrispondenza di queste trincee, è stato descritto il profilo geologico-tecnico del terreno e sono stati prelevati campioni in corrispondenza dei diversi orizzonti analizzati (capitolo 3.2.1).



*Figura 3.3.3. Esempio di trincea esplorativa eseguita per la misura delle densità radicale di ulivi in uliveti campione (Cella di Montalto Pavese).*

Lungo il profilo di ciascuna trincea eseguita, sono stati raccolti dati di densità radicale delle piante di ulivo presenti. La densità radicale è stata quantificata attraverso la tecnica di *root-wall* (Bischetti et al., 2009; Fig. 3.3.4). Il diametro e la posizione nel profilo di terreno sono stati misurati attraverso una digitalizzazione manuale di ciascuna radice rilevata all'interno di una finestra di 0.3x0.3 m. Per la digitalizzazione delle radici, è stato utilizzato il software GIS MapWindow 4.6. Il numero di radici di viti è stato così determinato ogni 10 cm di profondità, considerando le seguenti classi di diametro: 0.5–1 mm, 1–2 mm, 2–5 mm, 5–10 mm, and >10 mm, come suggerito da Bischetti et al. (2009, 2016).

A partire dal numero di radici, è stata misurata la Root Area Ratio (RAR), che corrisponde al rapporto tra l'area di terreno occupata dalle radici e l'area di terreno investigata all'interno della finestra definita. La RAR è stata misurata ogni 10 cm di profondità lungo la verticale occupata dalle radici.

I parametri di densità radicale sono stati misurati fino al limite inferiore di presenza delle radici nel terreno, che è risultato compreso tra 0.9 e 1.8 m. Questi parametri sono stati inoltre misurati a diverse distanze dalle piante nello stesso sito, in modo da valutare un effetto dovuto alla distanza dal tronco delle piante. In particolare, sono state eseguite misure: a) in prossimità della pianta (a meno di 0.5 m dal tronco); b) a media distanza dal filare (tra 0.5 e 1 m dal tronco); c) a metà dell'interfila (tra 1 e 1.7 m dal tronco).

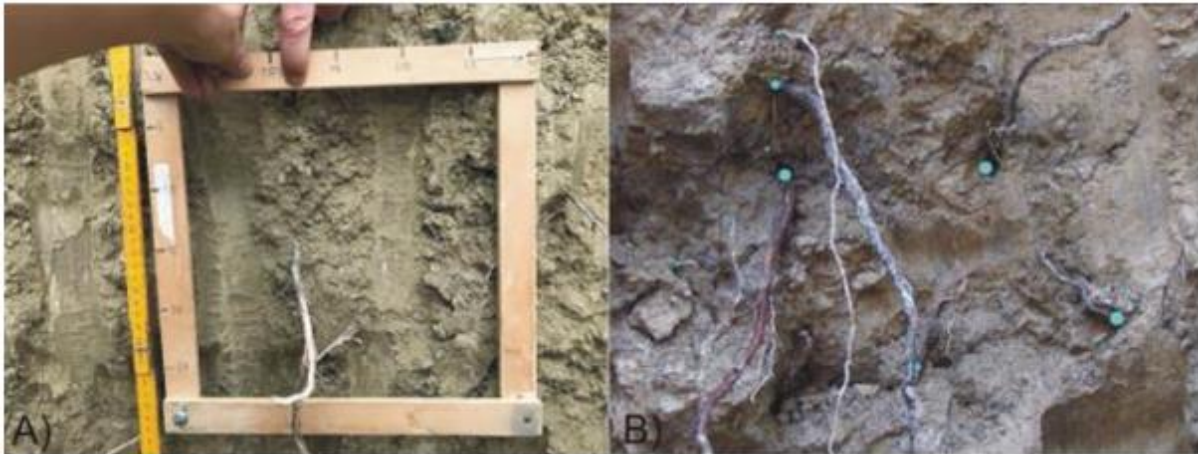


Figura 3.3.4. a) Misura del numero di radici lungo la verticale di terreno (Scavo BLB1, Casteggio); b) digitalizzazione delle radici, effettuata tramite MapWindow 4.6 (Scavo BLB1, Casteggio).

Assieme alla densità radicale, è stata stimata la funzione di relazione tra lunghezza e diametro delle radici, misurando in campo lungo lo scavo questi due parametri su almeno 20 radici presenti. Questa funzione è rappresentata dalla seguente equazione:

$$L(d) = L_0 d^\alpha$$

, dove la lunghezza (L) è funzione del diametro (d) secondo una funzione di potenza con due indici ( $L_0$  e  $\alpha$ ) rappresentativi della funzione caratteristica per quel tipo di pianta.

Dai dati raccolti in campo, è possibile descrivere come si sviluppa l'apparato radicale delle piante di ulivo. Il numero di radici e la RAR misurati lungo il profilo di terreno mostra una grande variabilità tra vigneto e vigneto (Fig. 3.3.5, Tab. 3.3.2). In tutti i siti analizzati, il numero di radici è maggiormente elevato nei primi 0.3 m dal piano campagna e decresce con la profondità, fino alla massima profondità raggiunta dalle radici in ciascun sito (compresa tra 0.9 e 1.8 m dal piano campagna). La diffusione in profondità dell'apparato radicale degli ulivi testimonia come questo sia relativamente superficiale e fortemente limitato nel suo sviluppo dalla presenza di orizzonti di terreno più compatti, in quanto il limite di presenza della radici corrisponde generalmente alla superficie di contatto tra il suolo e il substrato alterato sottostante. Soltanto radici con diametro compreso tra 1.0 e 5.0 mm sono state osservate in tutti gli orizzonti di suolo e a diversa distanza dal tronco delle piante. In particolare, radici con diametro compreso tra 1.0 e 2.0 mm sono prevalenti rispetto alle altre classi di diametro in tutti i profili a diversa distanza dal tronco della pianta. E' interessante notare che la differenza nel valore di numero di radici è molto limitata in ciascun sito considerando diverse distanze dal tronco della pianta. Infatti le variazioni massime per sito

sono pari a un numero di radici uguale a non oltre il 15% del valore medio in quel sito. La densità radicale sembra, invece, essere influenzata dall'età delle piante. Infatti, i siti con piante che hanno oltre 20 anni o con ulivi storici con oltre 50 anni di età o secolari hanno un numero di radici molto più alto ( $266 \pm 28$  radici per  $m^2$  di suolo per siti con piante oltre 20 anni di età e  $247 \pm 31$  radici per  $m^2$  di suolo per i siti con ulivi storici) rispetto ai siti con piante che hanno meno di 20 anni ( $142 \pm 82$  radici per  $m^2$  di suolo).

RAR segue il trend già mostrato per il numero di radici. I valori massimi di RAR si misurano nei primi 0.3 m dal piano campagna, in particolare tra 0.3 e 0.6 m dal piano campagna, qualsiasi sia la gestione dell'interfila (Fig. 3.3.5, Tab. 3.3.2). RAR tende poi a decrescere significativamente al di sotto di 0.6 m, fino alla massima profondità raggiunta dalla radici in ciascun sito.

Il tipo di terreno non sembra influenzare significativamente la distribuzione radicale. Nei vari siti, non c'è differenza statisticamente significativa tra siti con suoli argillosi a elevata plasticità o con suoli limoso argillosi a bassa/media plasticità (test ANCOVA,  $F_{1,21} = 1.31$ , p-value = 0.30).

Come già messo in luce dall'andamento del numero di radici, per ciascun sito considerato RAR è statisticamente simile a diversa distanza dal tronco della pianta (test ANOVA,  $F_{1,29} = 0.05$ , p-value = 0.94). Di conseguenza, la densità radicale è simile a diverse distanze dalla pianta.

Dimostrato che RAR è simile in ciascun sito a diversa distanza dal tronco della pianta, considerando i valori medi della densità radicale misurata in diversi punti lungo l'interfila di ciascun sito è possibile comprendere se ci sono differenze significative tra uliveti di diversa età (Tab. 3.3.3). Considerando il valore medio di RAR lungo l'intero profilo, si conferma la diversa densità radicale per ulivi con diversa età (test ANOVA a una via,  $F_{2,28} = 13.70$ , p-value < 0.001). I valori massimi di RAR si registrano per uliveti con età avanzata, oltre 20 anni ( $0.183 \pm 0.016\%$ ) o per uliveti storici ( $0.159 \pm 0.017\%$ ). Per uliveti giovani, con età inferiore a 20 anni, la RAR è invece minore ( $0.078 \pm 0.045\%$ ).

Confrontando questi risultati con la densità radicale sviluppata dai principali usi del suolo presenti nella zona dell'Oltrepò Pavese (Fig. 3.3.6), si nota come piante di ulivo giovani (< 20 anni) hanno una densità media superiore rispetto a quella di seminativi, incolti e vigneti con gestione lavorata dell'interfila. Uliveti con più di 20 anni di età e piante di ulivo storiche (oltre 50 anni di età) riescono a garantire una densità radicale superiore anche a quella dei vigneti con gestione inerbita dell'interfila. In generale, le piante di ulivo non riescono a raggiungere valori di densità radicale dei vigneti a gestione alternata dell'interfila e dei boschi. Alla luce di questi risultati, si nota come, data la maggiore densità radicale rispetto agli altri usi del suolo, le piante di ulivo potrebbero garantire una protezione, nei confronti del dissesto superficiale, superiore rispetto a quella di seminativi, incolti con erbe e cespuglieti e vigneti a gestione lavorata dell'interfila, e, nel caso di uliveti con età superiore a 20 anni, anche di vigneti a gestione inerbita dell'interfila.

E' opportuno sottolineare che, per avere una visione definitiva della capacità protettiva degli uliveti, sarà opportuno, in futuro, stimare anche le proprietà meccaniche delle radici, come la resistenza a trazione, il comportamento elastico e il rapporto tra lunghezza e diametro delle radici.

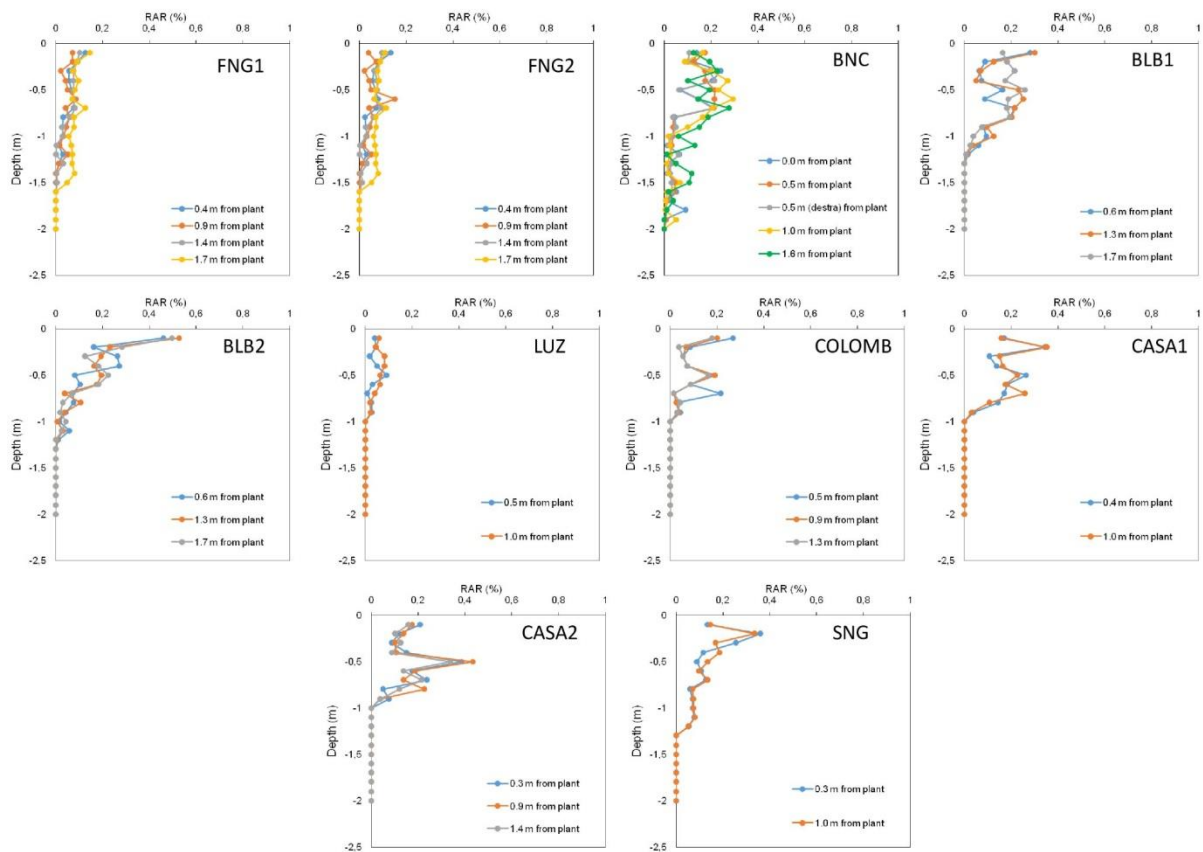


Figura 3.3.5. Andamento della RAR nei siti campione lungo il profilo verticale del terreno analizzato.

Tabella 3.3.2. Valori medi di RAR e numero di radici nei siti campione.

Sito	Distanza dalla pianta (cm)	Età (anni)	RAR (%)	Numero di radici per m <sup>2</sup>
FNG1	45	10	0,051	93
FNG1	90	10	0,041	75
FNG1	140	10	0,05	91
FNG1	165	10	0,083	151
FNG2	40	10	0,051	93
FNG2	90	10	0,043	78
FNG2	140	10	0,05	91
FNG2	170	10	0,077	140
BNC	0	>50	0,121	220
BNC	50	>50	0,135	245
BNC	50	>50	0,107	195
BNC	100	>50	0,158	287
BNC	160	>50	0,142	258
BLB1	60	23	0,118	215
BLB1	130	23	0,143	260
BLB1	170	23	0,142	258
BLB2	60	23	0,135	245

BLB2	130	23	0,143	260
BLB2	175	23	0,153	278
LUZ	50	18	0,038	69
LUZ	95	18	0,054	98
COLOMB	50	13	0,116	211
COLOMB	90	13	0,084	153
COLOMB	130	13	0,077	140
CASA1	40	15	0,173	315
CASA1	100	15	0,181	329
CASA2	30	20	0,165	300
CASA2	90	20	0,17	309
CASA2	140	20	0,147	267
SNG	30	>50	0,143	260
SNG	100	>50	0,145	264

Tabella 3.3.3. RAR e numero di radici per m2 per olivi con diversa età.

	Numero di misure	RAR (%)	Numero di radici
Olivi < 20 anni	15	0.078±0.045	170±83
Olivi > 20 anni	9	0.183±0.016	266±28
Olivi > 50 anni	7	0.159±0.017	247±31

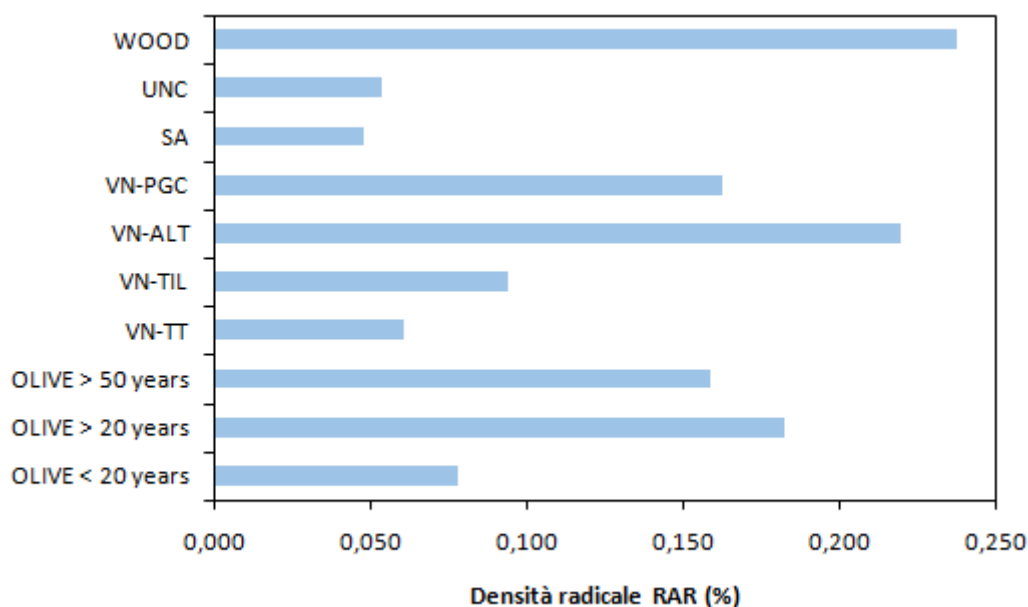


Figura 3.3.6. Densità radicale media per diversi usi del suolo presenti nell'area dell'Oltrepò Pavese: WOOD) boschi; UNC) incolti; SA) seminativi; VN-PGC) vigneti a gestione inerbita dell'interfila; VN-ALT) vigneti a gestione alternata dell'interfila; VN-TIL) vigneti a gestione lavorata dell'interfila; VN-TT) vigneti a gestione completamente lavorata dell'interfila; OLIVE > 50 years) uliveti con età maggiore a 50 anni; OLIVE > 20 years) uliveti con età maggiore a 20 anni; OLIVE < 20 years) uliveti con età inferiore a 20 anni.



Le misure in campo della relazione lunghezza-diametro delle radici di ulivo, realizzate in alcuni dei siti campioni analizzati (Fig. 3.3.7), hanno mostrato come le radici di ulivo siano particolarmente lunghe anche per diametri di dimensione ridotta, raggiungendo lunghezze superiori a 600 mm già per diametri di circa 1 mm. Queste misure dovranno essere integrate con la stima delle altre proprietà meccaniche delle radici di ulivo per avere una visione più completa del comportamento di queste radici all'interno dei terreni.

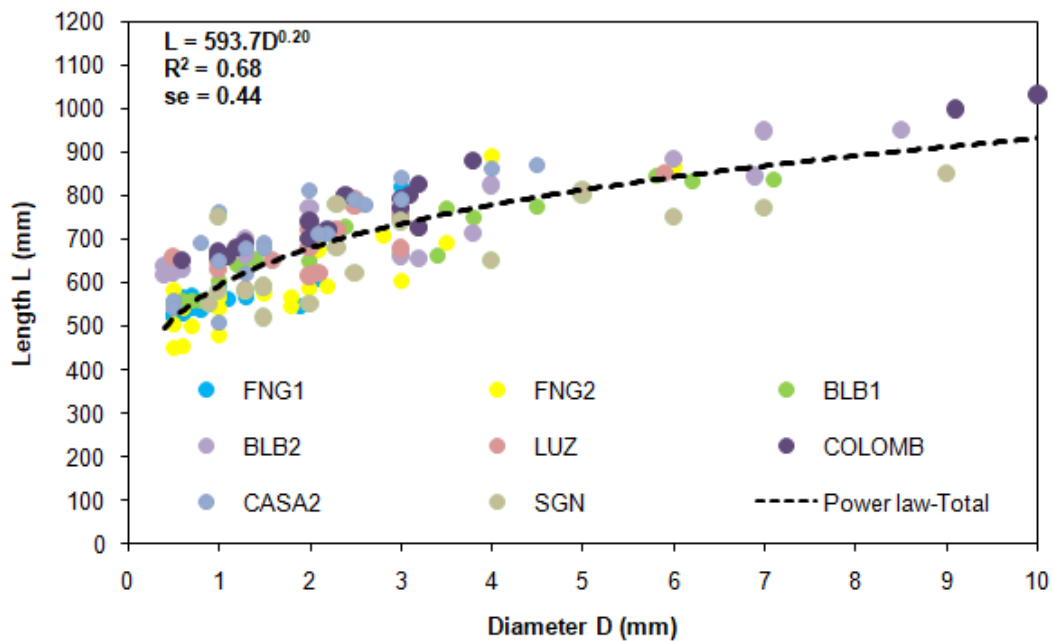


Figura 3.3.7. Relazione diametro (Diameter  $D$ ) - lunghezza (Length  $L$ ) per radici di ulivo presenti nell'area dell'Oltrepò Pavese.

### **3.4 Realizzazione di impianti pilota**

#### **Realizzazione impianti pilota**

La realizzazione di impianti pilota di olivo in aree marginali come quella dell'Oltrepò Pavese ha rappresentato una sfida che ha richiesto una pianificazione attenta e la considerazione preliminare di diversi fattori, ovvero:

- Analisi delle condizioni locali
- Scelta delle varietà
- Sistema di irrigazione di soccorso
- Protezione invernale
- Gestione delle malattie e dei parassiti
- Sostenibilità dell'intervento

Tutti questi fattori sono stati attentamente presi in esame grazie alla consulenza del Dott. Agr. Luigi Trespidi consulente agronomo, sia attraverso puntuali sopralluoghi di campo, sia attraverso colloqui intercorsi con gli interessati e i vivaisti fornitori del materiale vegetale. Ad oggi, trascorsi diversi mesi dall'impianto, è possibile avere evidenza del grado di successo del trapianto effettuato, annotando che mentre l'impianto dell'azienda agricola Filippo Pre' non presenta problemi riferibili all'attecchimento, l'azienda agricola Finigeto di Aldo Dallavalle ha riscontrato alcune criticità sulla varietà Maurino che è apparsa da subito con poco vigore vegetativo. Tale varietà verrà osservata nel corso dell'annata agraria, indagando sulla sua fenologia ed eventualmente sulla presenza di fitopatie specifiche.

L' Azienda Agricola Finigeto di Aldo Dallavalle ha messo a dimora una superficie pari ad Ha 00.38.47 nel Comune di Montalto Pavese sezione A foglio 8 mappale 207 e 28. Il sesto di impianto adottato è stato di metri 5 sulla fila e metri 5 tra le file e la messa a dimora delle piante di varietà Leccino Pendolino e Maurino, ha riguardato un terreno non irriguo, esposto in posizione ottimale verso sud.







L'Azienda Agricola Prè Filippo ha piantumato una superficie pari ad Ha 00.30.59 nel Comune di Val di Nizza sezione A foglio 20 mappale 121. Il sesto di impianto adottato è stato di metri 5 sulla fila e metri 5 tra le file e la messa a dimora delle piante di varietà Leccino e Frantoio, ha riguardato un terreno non irriguo, esposto in posizione ottimale verso sud-ovest.





### 3.5 Valutazione della qualità del prodotto in termini di caratterizzazione chimica strumentale

Nel periodo di realizzazione del progetto è stata anche valutata la qualità chimico-fisica dell'Olio d'oliva dell'Oltrepò pavese, sulla base di campioni recuperati volontariamente dai piccoli produttori locali, che gentilmente hanno donato campioni del 2022 o di annate di poco antecedenti (in primis partner di progetto). Tale valutazione va comunque inquadrata nelle eterogenee condizioni di raccolta, trasporto, macinatura delle olive, non sempre svolte in condizioni paragonabili per le varie aziende, ma del resto non era possibile un piano di raccolta diverso. Pertanto vanno viste come orientamento generale. Per motivi di privacy inoltre nella Tabella dei dati è stata tolta l'azienda esaminata come denominazione, ma il documento completo, se necessario, resta depositato presso l'Università di Pavia, Dr Massimiliano Bordoni, Prof Graziano Rossi del DSTA.

Per avere un confronto, sono parallelamente state effettuate le medesime analisi su campioni di confronto, per le province di: Brescia, Sondrio, Ravenna, Basilicata, ecc.

L'azienda selezionata per le analisi era: Centro analisi CAIM, Follonica (Grosseto). Anche le singole analisi sono depositate presso il Prof Graziano Rossi (DSTA, Università di Pavia).

Elenco delle 24 aziende agricole del territorio ed esterne che rappresentano i campioni poi analizzati. I primi 11 campioni sono di origine locale, dell'Oltrepò pavese; 4 poi sono le aziende non pavesi ma comunque lombarde; quindi 2 sono liguri e infine altre 6 sono dell'Emilia-Romagna e ultimo un caso dalla Calabria.

CAMPIONE	REGIONE	PROV	COMUNE	LOCALITA'	ANNO
1	LOMBARDIA	PV	Rocca Susella	Lavaggio, Valle Schizzola	2022
2	LOMBARDIA	PV	Rovescala	Via Dante Alighieri N 2/E	2022
3	LOMBARDIA	PV	San Damiano al Colle		2022
4	LOMBARDIA	PV	San Damiano al Colle		2020
5	LOMBARDIA	PV	Codevilla	Fr. Casareggio	2022
6	LOMBARDIA	PV	Montalto Pavese		2022
7	LOMBARDIA	PV	Mornico Losana		2022
8	LOMBARDIA	PV	Bagnaria	Fr.Ponte Crenna (Ca' Milen)	2020
9	LOMBARDIA	PV	Bagnaria	Fr.Ponte Crenna	2022
10	LOMBARDIA	PV	Fortunago		2022
11	LOMBARDIA	PV	Santa Maria della Versa	Fr. Torchio	2022
12	LOMBARDIA	SO	Tirano		2022
13	LOMBARDIA	SO	Poggiridenti		
14	LOMBARDIA	BS	Tignale		2022
15	LOMBARDIA	BS	Tignale		2022
16	LIGURIA	IM	Rezzo	Fr. Lavina	2022
17	LIGURIA	IM	Imperia	Fr. Sant'Agata	2022
18	EMILIA-ROMAGNA	PC	Sala Mandelli	Torretta, Alta Val Tidone	2022
19	EMILIA-ROMAGNA	FC	Forlì	Fr. Ravalдино in Monte	2022
20	EMILIA-ROMAGNA	RA	Brisighella		2022
21	EMILIA-ROMAGNA	RA	Brisighella		2022
22	EMILIA-ROMAGNA	FC	Modigliana		2022
23	EMILIA-ROMAGNA	RA	Brisighella		2022
24	CALABRIA	CZ	Lamezia Terme	Contrada San Sidero	2022

Tab 3.5.1. Elenco aziende che hanno procurato il materiale per le analisi chimico riportate nelle Tab 3.6.2 e 3.6.3.



PROFILO DEGLI ACIDI GRASSI																
CAMPIONE N°	Acido Miristico (C14:0) (U.M.%) Limite 0,03	Acido Palmitico (C16:0) (U.M.%) Limite 7,00/20,00	Acido Palmitoleico (C16:1) (U.M.%) Limite 0,30/3,50	Acido Margarico (C17:0) (U.M.%) Limite 0,40	Acido Margaroleico (C17:1) (U.M.%) Limite 0,60	Acido Stearico (C18:0) (U.M.%) Limite 0,50/5,00	Acido trans-Oleico (trans-C18:1) (U.M.%) Limite 0,05	Acido Oleico (C18:1) (U.M.%) Limite 55,00/85,00	Acidi trans-Linoleici + Acidi trans-Linolenici (trans-C18:2 + trans-C18:3) (U.M.%) Limite 0,05	Acido Linoleico (C18:2) (U.M.%) Limite 2,50/21,00	Acido Arachico (C20:0) (U.M.%) Limite 0,60	Acido Linolenico (C18:3) (U.M.%) Limite 1,00	Acido Eicosenoico (C20:1) (U.M.%) Limite 0,50	Acido Beenicco (C22:0) (U.M.%) Limite 0,20	Acido Lignocerico (C24:0) (U.M.%) Limite 0,20	
1	<0,01	12,27 ±0,28	1,27 ±0,06	0,10 ±0,01	0,20 ±0,02	2,66 ±0,10	<0,01	73,19 ±0,44	0,02 ±0,01	8,95 ±0,07	0,36 ±0,02	0,55 ±0,02	0,28 ±0,02	0,09 ±0,01	0,04 ±0,01	
2	<0,01	12,58 ±0,29	1,00 ±0,05	0,04 ±0,01	0,07 ±0,01	2,76 ±0,10	<0,01	74,51 ±0,45	0,02 ±0,01	7,65 ±0,06	0,38 ±0,03	0,59 ±0,02	0,25 ±0,02	0,11 ±0,01	0,04 ±0,01	
3	<0,01	14,94 ±0,34	1,34 ±0,07	0,03 ±0,01	0,06 ±0,01	1,97 ±0,07	<0,01	73,26 ±0,44	0,02 ±0,01	7,07 ±0,06	0,29 ±0,02	0,65 ±0,03	0,24 ±0,02	0,08 ±0,01	0,03 ±0,01	
4	0,01 ±0,01	14,20 ±0,33	1,08 ±0,05	0,05 ±0,01	0,09 ±0,01	1,94 ±0,07	<0,01	75,59 ±0,45	0,01 ±0,01	5,43 ±0,04	0,34 ±0,02	0,81 ±0,03	0,30 ±0,02	0,10 ±0,01	0,05 ±0,01	
5	0,01 ±0,01	14,92 ±0,34	1,43 ±0,07	0,04 ±0,01	0,06 ±0,01	2,24 ±0,09	<0,01	71,23 ±0,43	0,02 ±0,01	8,81 ±0,07	0,31 ±0,02	0,59 ±0,02	0,23 ±0,02	0,08 ±0,01	0,03 ±0,01	
6	0,01 ±0,01	14,06 ±0,32	1,30 ±0,06	0,09 ±0,01	0,16 ±0,01	2,03 ±0,08	<0,01	71,83 ±0,43	0,02 ±0,01	9,01 ±0,07	0,38 ±0,03	0,65 ±0,03	0,30 ±0,02	0,12 ±0,01	0,05 ±0,01	
7	<0,01	15,13 ±0,35	0,97 ±0,05	0,04 ±0,01	0,05 ±0,01	2,60 ±0,10	<0,01	70,87 ±0,43	0,02 ±0,01	8,83 ±0,07	0,35 ±0,02	0,76 ±0,03	0,25 ±0,02	0,09 ±0,01	0,04 ±0,01	
8	0,01 ±0,01	13,66 ±0,31	0,98 ±0,05	0,07 ±0,01	0,14 ±0,01	2,12 ±0,08	<0,01	73,64 ±0,44	0,02 ±0,01	7,68 ±0,06	0,38 ±0,03	0,80 ±0,03	0,31 ±0,02	0,13 ±0,01	0,06 ±0,01	
9	0,01 ±0,01	14,74 ±0,34	1,26 ±0,06	0,07 ±0,01	0,14 ±0,01	2,26 ±0,09	<0,01	70,86 ±0,43	0,03 ±0,01	9,16 ±0,07	0,36 ±0,02	0,69 ±0,03	0,27 ±0,02	0,11 ±0,01	0,05 ±0,01	
10	0,01 ±0,01	12,77 ±0,29	1,11 ±0,05	0,04 ±0,01	0,08 ±0,01	2,43 ±0,09	<0,01	73,45 ±0,44	0,02 ±0,01	8,75 ±0,07	0,35 ±0,02	0,58 ±0,02	0,27 ±0,02	0,10 ±0,01	0,04 ±0,01	
11	<0,01	13,42 ±0,31	1,13 ±0,06	0,04 ±0,01	0,08 ±0,01	2,15 ±0,08	<0,01	74,32 ±0,45	0,02 ±0,01	7,43 ±0,06	0,33 ±0,02	0,67 ±0,03	0,28 ±0,02	0,10 ±0,01	0,04 ±0,01	
12	<0,01	11,82 ±0,27	0,92 ±0,05	0,05 ±0,01	0,09 ±0,01	1,97 ±0,07	<0,01	77,56 ±0,47	0,01 ±0,01	6,19 ±0,05	0,32 ±0,02	0,64 ±0,03	0,29 ±0,02	0,09 ±0,01	0,04 ±0,01	
13	<0,01	11,33 ±0,26	0,82 ±0,04	0,05 ±0,01	0,11 ±0,01	1,54 ±0,06	<0,01	79,06 ±0,47	0,01 ±0,01	5,63 ±0,05	0,29 ±0,02	0,69 ±0,03	0,33 ±0,02	0,10 ±0,01	0,04 ±0,01	
14	<0,01	13,43 ±0,31	0,98 ±0,05	0,05 ±0,01	0,09 ±0,01	2,03 ±0,08	<0,01	75,21 ±0,45	0,02 ±0,01	6,66 ±0,05	0,36 ±0,02	0,67 ±0,03	0,32 ±0,02	0,12 ±0,01	0,06 ±0,01	
15	<0,01	12,40 ±0,29	0,92 ±0,05	0,04 ±0,01	0,08 ±0,01	2,05 ±0,08	<0,01	76,52 ±0,46	0,02 ±0,01	6,51 ±0,05	0,36 ±0,02	0,61 ±0,02	0,32 ±0,02	0,11 ±0,01	0,05 ±0,01	
16	<0,01	12,08 ±0,28	0,90 ±0,04	0,04 ±0,01	0,07 ±0,01	2,52 ±0,10	<0,01	75,50 ±0,45	0,02 ±0,01	7,50 ±0,06	0,36 ±0,02	0,59 ±0,02	0,26 ±0,02	0,11 ±0,01	0,04 ±0,01	
17	0,01 ±0,01	13,70 ±0,32	1,34 ±0,07	0,04 ±0,01	0,06 ±0,01	2,96 ±0,11	<0,01	71,30 ±0,43	0,01 ±0,01	9,25 ±0,07	0,38 ±0,03	0,58 ±0,02	0,23 ±0,02	0,10 ±0,01	0,04 ±0,01	
18	<0,01	13,82 ±0,32	1,30 ±0,06	0,04 ±0,01	0,07 ±0,01	2,00 ±0,08	<0,01	73,89 ±0,44	0,01 ±0,01	7,55 ±0,06	0,29 ±0,02	0,67 ±0,03	0,25 ±0,02	0,07 ±0,01	0,03 ±0,01	
19	0,01 ±0,01	14,53 ±0,33	1,31 ±0,06	0,04 ±0,01	0,07 ±0,01	1,87 ±0,07	<0,01	74,72 ±0,45	0,02 ±0,01	5,99 ±0,05	0,32 ±0,02	0,68 ±0,03	0,29 ±0,02	0,09 ±0,01	0,05 ±0,01	
20	0,01 ±0,01	13,63 ±0,31	1,67 ±0,08	0,08 ±0,01	0,16 ±0,01	1,97 ±0,07	<0,01	72,90 ±0,44	0,02 ±0,01	7,98 ±0,06	0,36 ±0,02	0,77 ±0,03	0,30 ±0,02	0,10 ±0,01	0,05 ±0,01	
21	<0,01	13,85 ±0,32	1,57 ±0,08	0,05 ±0,01	0,08 ±0,01	2,02 ±0,08	<0,01	75,51 ±0,45	0,01 ±0,01	5,41 ±0,04	0,36 ±0,02	0,70 ±0,03	0,28 ±0,02	0,11 ±0,01	0,05 ±0,01	
22	<0,01	13,03 ±0,30	1,63 ±0,08	0,05 ±0,01	0,08 ±0,01	2,10 ±0,08	<0,01	73,95 ±0,44	<0,01	7,76 ±0,06	0,34 ±0,02	0,66 ±0,03	0,25 ±0,02	0,10 ±0,01	0,04 ±0,01	
23	0,01 ±0,01	12,00 ±0,28	0,89 ±0,04	0,05 ±0,01	0,07 ±0,01	2,37 ±0,09	<0,01	75,84 ±0,46	0,01 ±0,01	7,17 ±0,06	0,41 ±0,03	0,68 ±0,03	0,31 ±0,02	0,13 ±0,01	0,06 ±0,01	
24	0,01 ±0,01	14,60 ±0,34	1,71 ±0,08	0,19 ±0,01	0,38 ±0,03	2,89 ±0,11	<0,01	71,63 ±0,43	0,02 ±0,01	7,05 ±0,06	0,49 ±0,03	0,48 ±0,02	0,30 ±0,02	0,15 ±0,02	0,08 ±0,01	

Tab 3.5.2. Analisi chimiche presso il Laboratorio CAIM di Grosseto (Toscana) degli olii prodotti dalle aziende elencate in Tab 3.6.1, precisamente è indicato il contenuto di acidi grassi.

CAMPIONE N°	POLIFENOLI	ALCHIL ESTERI DEGLI ACIDI GRASSI		
	Polifenoli Totali (Acido Caffeico) (U.M.mg/kg)	Esteri Metilici Totali (U.M.mg/kg)	Esteri Etilici Totali (U.M.mg/kg) Limite 35	Esteri Metilici ed Etilici Totali (U.M.mg/kg)
1	290	<2	<2	<2
2	241	6,0	26,7	32,7
3	749	8,8	3,0	11,8
4	148	14,6	4,3	18,9
5	256	11,6	4,1	15,7
6	246	4,7	4,8	9,5
7	521	3,9	<2	3,9
8	143	46,6	19,6	66,2
9	105	97,9	119,3	217,2
10	117	20,2	47,2	67,4
11	140	10,0	8,1	18,1
12	356	<2	<2	<2
13	306	2,6	<2	2,6
14	488	2,3	2,3	4,6
15	537	2,5	2,5	5,0
16	343	3,4	4,8	8,2
17	342	3,6	17,4	21,0
18	301	8,9	2,3	11,2
19	384	3,2	<2	3,2
20	351	2,4	<2	2,4
21	428	<2	<2	<2
22	414	2,1	<2	2,1
23	502	2,3	<2	2,3
24	274	4,5	2,9	7,4

Tab 3.5.3. Analisi chimiche effettuate presso il Laboratorio CAIM di Grosseto (Toscana) degli olii prodotti dalle aziende elencate in Tab 3.6.1, precisamente è indicato il contenuto di polifenoli e alchil esteri degli acidi grassi.

In seguito a un confronto con il Dr Luigi Trespidi, di Verona, nostro consulente in questo progetto, sono stati valutati i dati delle tabelle sopracitate mettendo a confronto 4 parametri, 2 fondamentali per il rilievo della qualità dell'olio, ovvero il contenuto di polifenoli e i valori di acido oleico (acido grasso monoinsaturo), e 2 parametri, il contenuto di acido Palmitico (acido grasso saturo) e Linoleico (acido polinsaturo), che possono dare una precisa idea sull'equilibrio tra il 99 % di grassi che contiene un olio sulla sua composizione totale.

Cominciando da questi ultimi due valori, si può subito notare un notevole equilibrio nei contenuti per tutti e 24 gli oli:

- sia per i valori a riguardo dell'acido Palmitico, con valori tra 11 e 15: 11,33 il campione 13 e 15,13 il campione 07 (oltrepadano pavese, di Mornico Losana), comunque ben compresi nel range di legge stabilito tra un minimo di 7,5 e un massimo di 20;
- sia per i valori a riguardo dell'acido Linoleico, con valori più bassi compresi tra 5 e 10: 5,41 il campione 21 e 9,25 il campione 17, comunque ben compresi nel range di legge stabilito tra un minimo di 3,5 e un massimo di 21.

A riguardo dell'acido Oleico i contenuti sono abbondantemente nei limiti di legge previsti tra 55 e 83, il valore più basso è del campione 07: 70,87 (dell'Oltrepò pavese), mentre quello più alto è del campione 13: 79,06 (non pavese).

Sempre per l'acido Oleico, una considerazione: i disciplinari di produzione degli oli DOP del Nord Italia (Garda - Veneto e Laghi Lombardi) prevedono un contenuto minimo di Acido Oleico tra 74 e 76. Se vogliamo paragonare gli oli dell' Oltrepò Pavese a questi valori, solo 2 campioni identificati con i numeri 02 e 04 (zona Rovescala e San Damiano al Colle) superano il valore di 74 e quindi si deve riflettere sulla stesura del Disciplinare di produzione dell' ipotetico "Olio e.v.o. DOP Oltrepò Pavese".

L'acido Oleico dipende moltissimo anche dalla varietà e i valori inferiori a 75 per le altre 16 analisi non significano che sono oli di scarsa qualità, anzi alcuni raggiungono contenuti in polifenoli ragguardevoli come i campioni 03 - 07 - 19 e 22 pur avendo un contenuto in acido oleico inferiore a 75.

Purtroppo vista l'esperienza con CSQA Certificazioni, a riguardo in particolare per l'attività di prelievo dei campioni, si è potuto osservare ottimi oli scartati e ritenuti non conformi per il contenuto in acido oleico inferiore a 74 (Garda), a 75 (Veneto) e a 76 (Laghi Lombardi), solo perchè magari composti da varietà particolari e autoctone che nel loro DNA non hanno un contenuto di acido oleico così elevato.

Il parametro più importante per le analisi tuttavia rimane comunque il contenuto in polifenoli totali, sostanze che contribuiscono in modo incisivo sia ai caratteri organolettici, amaro e piccante, sia agli effetti benefici sulla salute, con la loro potente azione antiossidante. I composti fenolici dell'olio sono fortemente condizionati dalla varietà di olive, dal loro stadio di maturazione, dal momento della raccolta e dal processo di estrazione dell'olio. Gli oli di oliva extravergine sono gli unici grassi vegetali che contengono naturalmente quantità apprezzabili (in media tra 200 e 500 mg/kg ) di sostanze fenoliche. Il forte potere antiossidante conferisce ai polifenoli un consolidato ruolo sulla stabilità dell'olio di oliva.

Degni di nota per l' elevato contenuto di polifenoli totali sono i campioni 03 ( 749 mg/kg), San Damiano al Colle, - 15 ( 537 mg/kg ) - 07 ( 521 mg/kg ), Mornico Losana, - 23 ( 502 mg/kg ) - 14 ( 488 mg/kg ) - 21 ( 428 mg/kg ) - 22 ( 414 mg/kg ) - 19 ( 384 mg/kg ).

Ma comunque la maggior parte dei campioni superano i 200 mg/kg : 01 - 02 ( 241 ), Rocca Susella e Rovescala), - 05 Montalto Pavese, - 06 (Mornico Losana, - 12 - 13 - 16 - 17 - 18 - 20 ( 351 ) e 24.

Inferiori al valore di 200 mg/kg solo 5 campioni: 04 ( 148 ) - 08 - 09 ( 105 ) - 10 e 11, tutti però dell'Oltrepò pavese (San Damiano al Colle, Bagnaria, Fortunago, Santa Maria della Versa) .

In conclusione per i parametri che si sono potuti esaminare, **tutti i 24 oli possono essere considerati come extra vergine d'oliva, quindi anche tutti quelli dell'Oltrepò pavese**. In particolare degni di nota i campioni 12, 13, 14, 15, 16, 21 e 23 per l'ottimo equilibrio tra polifenoli e acido oleico (non pavesi però).

Va anche evidenziato che per poter giudicare definitivamente un olio globalmente nella sua interezza, servirebbero altre analisi come:

- l'acidità espressa in grammi di acido oleico libero su 100 grammi di olio; il max ammesso per legge è lo 0,8% ma oli di qualità stanno abbondantemente sotto lo 0,5%, di solito i campioni DOP risultano tra 0,1% e 0,3%;

- il valore di perossidi in meq/kg che indicano un'alterazione di tipo ossidativo, sinonimo di degradazione ed invecchiamento;

- il valore di costanti spettrofotometriche come il K232, K270 e DK che evidenziano eventuali processi di raffinazione o fenomeni di ossidazione e invecchiamento dell'olio.

Inoltre va anche considerata l'analisi sensoriale che è fondamentale.

A questo punto ci si può chiedere cosa sia possibile fare per migliorare la qualità dell'olio in Oltrepò pavese, in questa fase di maggiore attenzione da parte di diverse aziende. Questo a prescindere dal fatto che le analisi svolte non sono probabilmente complete come analisi effettuate, validità dei campioni, ecc.

La qualità dell'olio evo locale si può migliorare e si può ottenere seguendo poche ma essenziali pratiche, in gran parte inserite anche nelle Linee Guida, parte del progetto OLIO.

- A. Raccogliere le olive entro il mese di ottobre indipendentemente che siano di varietà precoci o tardive.
- B. Portarle al frantoio pochissime ore dopo la raccolta e far eseguire la molitura immediatamente, prendendo appropriati appuntamenti. Attualmente non c'è un frantoio in Oltrepò pavese. Il frantoio deve essere a ciclo continuo (oliva che entra in macchina e che esce olio senza più alcun contatto con l'ossigeno), scartare da subito l'ipotesi di rivolgersi a frantoi tradizionali che attuano la rottura delle olive con le molazze e la spremitura con le presse! Per quanto riguarda la marca del frantoio 2 sono le ditte costruttrici che vanno per la maggiore: Pieralisi per impianti con elevata potenzialità e Toscana Enologica Mori (TEM) per impianti più familiari.

- C. Filtrare l'olio in linea, immediatamente appena uscito dalle centrifughe.
- D. Conservare l'olio in tank di acciaio inox e non in recipienti di vetro e plastica che possono permettere di far prendere la luce alla materia prima. Ora tutti i frantoi intorno ai Laghi del Nord e sulle Prealpi Venete si sono dotati di impianto di conservazione sotto battente di azoto o argon che viene immesso all'interno del serbatoio saturando e diminuendo drasticamente la presenza di ossigeno, impedendo le ossidazioni che continuamente possono modificare e peggiorare la qualità dell'olio.
- E. Imbottigliarlo gradualmente a seconda della richiesta in bottiglie di vetro scuro con tappo antirabbocco.

Comunque la cosa essenziale è partire dall'oliva come frutto, che deve essere sana ed esente da attacchi di parassiti ( es. mosca dell'olivo ).

Da non sottovalutare la varietà. La "varietà eletta" è la varietà FRANTOIO ( non a caso il luogo dove vengono lavorate e trasformate si chiama in questo modo ) che nelle varie aree del Nord Italia ha preso varie denominazioni:

- Casaliva - Lago di Garda su BS -VR e TN - Lago di Como e Lago d'Iseo;
- Drizzar - Lago di Garda su BS e VR;
- Razza - Lago di Garda su VR;
- Rasara - Colli Euganei;
- Sbresa - sui Colli Bergamaschi e sul lago d'Iseo.

Tutte queste varietà sono ecotipi che si sono differenziati da quella principale per alcuni aspetti (diversificazione solo per alcuni aspetti minori della forma delle foglie e/o della drupa) ma che essenzialmente non è facile distinguere ad occhio nudo e bisogna davvero essere molto esperti per distinguerle dalla varietà madre.

Quindi allora bisogna chiedersi, perchè non troviamo questa varietà in presenza massiccia come per esempio si trova nell'alto Lago di Garda in provincia di Trento ( 80% di Casaliva ); perchè purtroppo è una varietà che soffre in modo molto sensibile:

- degli sbalzi termici che se avvengono con evidenza provocano la moria eccessiva delle giovani piante messe a dimora;
- della grandine che provoca una evidente manifestazione di " rognà " sulle rotture dovute ai colpi, classica fisiopatia che ha indotto la scelta verso altre varietà, soprattutto il Leccino nel Bresciano e nel Veronese.

Comunque anche con un "blend" di varietà tradizionali composte soprattutto da Leccino (sul Garda) o Leccio del Corno (sui Laghi di Iseo e Como) con gli impollinatori Pendolino e Moraiolo si può ottenere, a parere di vari esperti (es Dr Luigi Trespidi), un ottimo olio.

I neo olivicoltori dell'Oltrepò non devono attuare azioni particolari, ma essenziali, come abbiamo riportato anche nelle Linee Guida:

- eseguire impianti tradizionali con sestri d'impianto larghi ed allevati a Vaso Policonico, in modo che l'olivo, tipica pianta mediterranea, possa meglio adattarsi ai nostri climi e prendere costantemente luce e sole;
- trattare l'oliveto come una qualsiasi altra pianta da frutto, concimando con costanza in modo adeguato e trinciando il sottofrutteto diminuendo la competizione dell'erba;
- eseguire costanti potature di produzione;

- effettuare la raccolta in modo corretto e pulito, raccogliendo presto, rinunciando così ad una maggior resa ma ottenendo un olio più acerbo, verde, piccante con più alto contenuto antiossidante e sentori di amaro indispensabile.



### 3.6 Valutazione della caratterizzazione mediterranea della flora dell'Oltrepò pavese

Negli oliveti esistenti in zona (es azienda del capofila di progetto, Ballabio a Casteggio), già di una certa età (15-20 anni), è possibile osservare in primavera soprattutto una copertura vegetale, rappresentata da un prato polifita spontaneo, che viene in genere gestito con taglio e/o lavorazione superficiale nel momento in cui ci possono essere situazioni di competizione con la produzione delle olive, generalmente a giugno. Per potere gestire meglio queste coperture erbacee o anche riprodurle in contesti di oliveto di neo impianto (dopo magari i primi 2-3 anni, se non più), è stato necessario studiare questo assetto vegetazionale, d un punto di vista floristico, vegetazionale e anche di biologia della riproduzione. In quest'ultimo caso, si è proceduto alla raccolta e trattando dei semi in Banca del germoplasma (DSTA, Università di Pavia), relativamente ad alcune specie target, ritenute potenzialmente utili per creare nuovi inerbimenti o arricchirli (es con trasemina), sia per una migliore efficienza (es antierosiva o di arricchimento del suolo in sostanza organica o direttamente azoto), che valore estetico, con fioriture interessanti sia per i visitatori che per le api e impollinatori (servizi ecosistemici, aumento della biodiversità). Inoltre si pensa anche alla futura evoluzione della flora, in un contesto di cambiamento climatico, quindi sembra strategico fin da ora individuare la flora mediterranea presente spontaneamente, in un'ottica di favorirla, soprattutto se risponde poi alle esigenze sopra illustrate, anche avviando in prospettiva un'attività di tipo vivaistico e sementiero (es. nuovi miscugli per cover crops della fascia fitoclimatica della roverella, specie sub-mediterranea, in Appennino settentrionale).

Lo studio ha interessato la vegetazione e la flora presenti in due oliveti dell'Oltrepò collocati rispettivamente presso l'Az. Agr. Ballabio Winery nel Comune di Casteggio e l'Az. Agr. Feudo Nico nel Comune di Mornico Losana, (figura 3.6.1). In entrambi i casi si tratta di vegetazioni prative soggette a uno o più sfalci nel corso dell'anno. Di seguito vengono illustrati i metodi di campionamento e le analisi impiegati, nonché i risultati ottenuti.

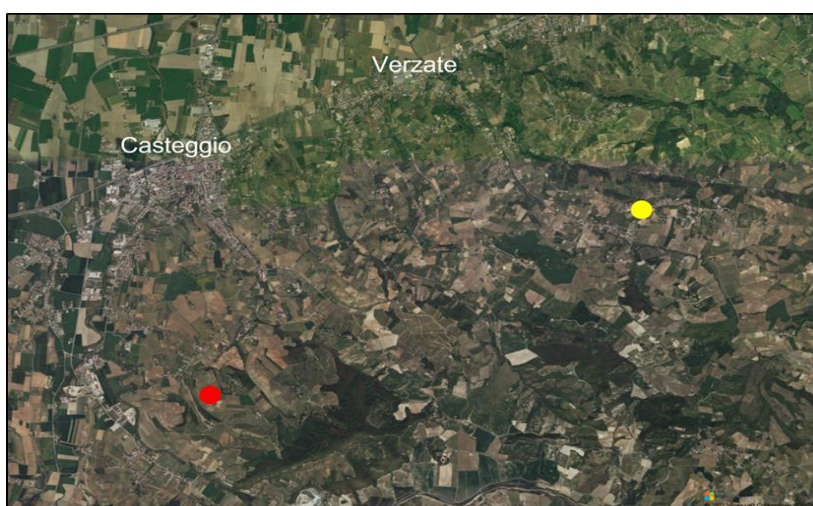


Fig 3.6.1. Siti di rilevamento in oliveto. In rosso: Az. Agr. Ballabio Winery, via San Biagio, 32, 27045 Casteggio (PV). In giallo: Az. Agr. Feudo Nico, via San Rocco, 63, 27040 Mornico Losana (PV).

## Studio della flora spontanea degli oliveti

Per l'analisi della flora, eseguita contestualmente ai rilievi vegetazionali, sono state annotate le specie presenti all'interno dei due oliveti, tra i più vecchi come impianto in zona. Le aree indagate sono state le stesse selezionate per i rilevamenti fitosociologici sulla vegetazione, ricadenti nelle porzioni di prato comprese tra i filari di olivo. Per le specie dubbie sono stati raccolti campioni di erbario, successivamente determinati in studio e attualmente conservati presso la Banca del Germoplasma Vegetale dell'Università di Pavia ed Erbario (DSTA). Per le specie che al momento del censimento non presentavano ancora caratteri diagnostici sufficientemente sviluppati come ad esempio fiori o frutti, sono stati effettuati ulteriori sopralluoghi e campionamenti più avanti nel tempo. Le date di campionamento sono state:

- Azienda Agricola Ballabio Winery: 01/04/2023, 03/05/2023, 18/05/2023 e 12/06/2023.
- Azienda Agricola Feudo Nico: 01/04/2023, 03/05/2023 e 12/06/2023.

I campioni d'erbario raccolti sono stati essiccati utilizzando una pressa in legno e successivamente determinati mediante l'impiego di apposite chiavi dicotomiche e flore come Pignatti 2017-2019, 1982, Eckehart et al. 2017, Ardenghi & Polani 2016, Eggenberg & Möhl 2013, Banfi & Galasso 2010 e Conti *et al.* 2005, 2007. La nomenclatura adottata è quella proposta dal Portale della Flora d'Italia (<http://dryades.units.it/floritaly/index.php>).

Per ciascuna specie è stata successivamente verificata la presenza all'interno di elenchi normativi regionali, nazionali ed europei, relativi alla flora protetta e a quella alloctona, di seguito riportati.

- Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche. Allegati II, IV e V.
- Regolamento n. 1143/2014 dell'Unione Europea recante disposizioni volte a prevenire e gestire l'introduzione e la diffusione delle specie esotiche invasive. Elenco delle specie esotiche invasive di interesse unionale, recepito in Italia con Decreto Legislativo n. 230 del 15/12/2017.
- Legge Regionale n° 10 del 2008 della Regione Lombardia. Lista della flora protetta della Regione Lombardia, in cui vengono utilizzate le seguenti sigle: C1 - Specie protetta in modo rigoroso; C2 - Specie con raccolta regolamentata.
- Delibera della Giunta della Regione Lombardia n° 2658 del 2019. Aggiornamento delle liste nere delle specie alloctone animali e vegetali oggetto di monitoraggio, contenimento o eradicazione (ai sensi dell'art. 1, comma 3 della legge regionale 10/2008).

Per quanto riguarda le specie alloctone sono state raccolte informazioni riguardanti il momento di ingresso della specie nella flora italiana mediante la definizione di specie (a) archeofite - specie introdotta prima del 1492, ossia prima della scoperta dell'America, e (b) neofite - specie introdotta dopo il 1492. Viene inoltre indicata la modalità di diffusione di queste piante

all'interno dell'ambiente naturale, distinguendole nelle seguenti tipologie (Celesti-Gradow *et al.*, 2010):

- casuali: specie che si sviluppano spontaneamente, senza però formare popolamenti stabili e che necessitano dunque di nuovi apporti da parte dell'uomo (ad es. con nuovi propaguli);
- naturalizzate: specie che si sviluppano e riproducono formando popolamenti stabili che tendono però a mantenersi in areali circoscritti, ovvero tendono a diffondersi molto lentamente;
- invasive: specie che si sviluppano e riproducono rapidamente, diffondendosi negli ambienti circostanti molto velocemente e causando danni alla biodiversità locale (tipologia di specie aliena più pericolosa per la conservazione degli ambienti naturali autoctoni).

Di seguito viene riportata la check-list delle specie censite all'interno dei due oliveti, con indicato in quale azienda agricola ciascuna specie è stata rinvenuta, oltre a indicazioni riguardanti l'eventuale esoticità della pianta e la normativa di riferimento.

Tab 3.6.2. Check-list della flora censita nei due oliveti analizzati: Az. Agr. Ballabio Winery - Casteggio (di Filippo Nevelli) e Az. Agr. Feudo Nico - Mornico Losana (Famiglia Madama). Esoticità: A - archeofita, N - neofita, C - casuale, T - naturalizzata, I - invasiva. Normativa: si veda il testo per i riferimenti normativi.

Specie	Az. Agr. Ballabio	Az. Agr. Feudo Nico	Indigenato
<i>Allium polyanthum</i> Schult. & Schult.f. cfr	x	x	
<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds. subsp. <i>Myosuroides</i>	x		
<i>Anisantha sterilis</i> (L.) Nevski	x	x	
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L. subsp. <i>serpyllifolia</i>	x	x	
<i>Avena barbata</i> Pott ex Link subsp. <i>barbata</i>		x	
<i>Avena sterilis</i> L. subsp. <i>ludoviciana</i> (Durieu) Gillet & Magne	x	x	A?
<i>Bellis perennis</i> L.	x		
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	x		
<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) I.M.Johnst. subsp. <i>Arvensis</i>		x	
<i>Calendula arvensis</i> (Vaill.) L.		x	
<i>Calepina irregularis</i> (Asso) Thell.	x	x	
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik. subsp. <i>bursa-pastoris</i>	x	x	
<i>Cerastium brachypetalum</i> Desp. ex Pers. subsp. <i>brachypetalum</i>	x	x	
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	x		
<i>Cichorium intybus</i> L.		x	
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	x	x	
<i>Crepis sancta</i> (L.) Bornm. subsp. <i>nemausensis</i> (P.Fourn.) Babç.	x	x	NI
<i>Crepis vesicaria</i> L. subsp. <i>taraxacifolia</i> (Thuill.) Thell.	x	x	
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	x	x	
<i>Erodium ciconium</i> (L.) L'Hér.		x	

<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér.	x	x	
<i>Euphorbia helioscopia</i> L. subsp. <i>helioscopia</i>	x	x	
<i>Festuca myuros</i> L. subsp. <i>myuros</i>		x	
<i>Fumaria officinalis</i> L. subsp. <i>officinalis</i>		x	
<i>Geranium columbinum</i> L.	x		
<i>Geranium molle</i> L.		x	
<i>Helminthotheca echioides</i> (L.) Holub	x		
<i>Hordeum murinum</i> L. subsp. <i>leporinum</i> (Link) Arcang.	x	x	
<i>Hypericum perforatum</i> L.		x	
<i>Lactuca sativa</i> L. subsp. <i>serriola</i> (L.) Galasso, Banfi, Bartolucci & Ardenghi	x	x	
<i>Lamium amplexicaule</i> L.		x	
<i>Lapsana communis</i> L. subsp. <i>communis</i>		x	
<i>Lepidium draba</i> L. subsp. <i>draba</i>	x		
<i>Lolium perenne</i> L.	x		
<i>Malva sylvestris</i> L. subsp. <i>sylvestris</i>	x		
<i>Medicago lupulina</i> L.		x	
<i>Medicago minima</i> (L.) L.	x		
<i>Muscari neglectum</i> Guss. ex Ten.		x	
<i>Ornithogalum divergens</i> Boreau	x	x	
<i>Papaver rhoeas</i> L.	x	x	
<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.	x		NT
<i>Poa bulbosa</i> L. subsp. <i>bulbosa</i>	x		
<i>Poa trivialis</i> L. subsp. <i>trivialis</i>	x		
<i>Ranunculus parviflorus</i> L.	x		
<i>Scandix pecten-veneris</i> L. subsp. <i>pecten-veneris</i>		x	
<i>Securigera varia</i> (L.) Lassen		x	
<i>Sedum acre</i> L. cfr	x		
<i>Senecio vulgaris</i> L. subsp. <i>vulgaris</i>	x	x	
<i>Sherardia arvensis</i> L.	x		
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill subsp. <i>asper</i>	x		
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.		x	AI
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. subsp. <i>media</i>	x		
<i>Tordylium maximum</i> L.	x		
<i>Triticum vagans</i> (Jord. & Fourr.) Greuter	x		
<i>Valerianella locusta</i> (L.) Laterr.		x	
<i>Verbascum thapsus</i> L. subsp. <i>thapsus</i>		x	
<i>Veronica arvensis</i> L.	x	x	
<i>Veronica polita</i> Fr.	x	x	
<i>Vicia hybrida</i> L.		x	
<i>Vicia sativa</i> L.	x		

In totale sono state censite 61 specie. Nell'Az. Agr. Ballabio sono state rinvenute 41 entità, di cui 3 alloctone (7%), tra cui *Crepis sancta*, neofita invasiva. Non sono state invece rinvenute entità protette. Per quanto riguarda l'Azienda Agricola Feudo Nico, sono state censite 39 specie

di cui 3 alloctone (8%) tra cui *Sorghum halepense*, archeofita, e *C. sancta*, neofita, entrambe invasive. Anche in questo caso non sono state rinvenute specie protette.

### **Studio della vegetazione**

Lo studio della vegetazione è stato realizzato utilizzando il metodo fitosociologico, grazie anche al coinvolgimento di personale esterno specializzato (Dr. Emanuele Vegini). Per tale indagine, anzitutto è stato necessario definire il periodo ottimale per il campionamento, ossia quello in cui la vegetazione si presenta al suo massimo stadio di espressione, con la maggior parte delle specie in fiore. Per questo motivo in entrambi gli oliveti delle due aziende agricole sono stati svolti diversi sopralluoghi per valutare lo stadio di sviluppo della vegetazione. Per via delle differenti condizioni ambientali e composizione specifica tra le due aziende agricole, i rilievi fitosociologici sono stati condotti in due momenti differenti: l'01/04/2023 presso l'Az. Agr. Feudo Nico e il 03/05/2023 per l'Az. Agr. Ballabio Winary.

Per ciascun sito di indagine sono stati eseguiti 8 rilievi. La scelta delle aree da campionare è stata fatta prediligendo le fasce centrali di prato poste tra i filari di olivo; si è infatti notato sin da subito che l'effetto ombreggiante delle chiome degli olivi (di dimensioni piuttosto ridotte con diametro medio di circa 2-3 metri) comportava una modificazione nella struttura e composizione della vegetazione, con piante maggiormente sviluppate in prossimità dei fusti degli alberi (probabilmente per il minor caldo e maggior umidità del suolo).

Per ottenere la maggior rappresentatività possibile della vegetazione analizzata, i rilievi sono stati distribuiti in modo omogeneo all'interno dell'oliveto: nell'Az. Agr. Feudo Nico in ogni fascia prativa analizzata sono stati eseguiti due rilievi, uno a valle e l'altro a monte (figura 3.7.3), mentre per quanto riguarda l'Az. Agr. Ballabio, non è stato possibile distribuire in altrettanto modo i rilievi, in quanto l'assenza di diversi olivi nella porzione Nord dell'appezzamento (probabilmente e causa di morte di alcuni esemplari poi mai rimpiazzati) ha comportato modificazioni nella vegetazione che avrebbero potuto influenzare la rappresentatività dei dati raccolti (figura 3.7.4). Per questo motivo in questo oliveto i campionamenti sono stati svolti nella porzione Sud dell'appezzamento.





*Fig 3.6.3. Distribuzione dei rilievi all'interno dell'oliveto dell'Azienda Agricola Feudo Nico (Mornico Losana).*



*Fig 3.6.4. Distribuzione dei rilievi all'interno dell'oliveto dell'Azienda Agricola Ballabio Winery (Mornico Losana).*

Per ciascun rilievo sono state raccolte le coordinate geografiche del centroide del plot, mediante l'utilizzo di apparecchiatura GPS. I punti così raccolti sono stati successivamente georeferenziati utilizzando il software QGIS.

Per la definizione dell'area da campionare è stato utilizzato il metodo del minimo areale, avviando il campionamento su una superficie iniziale di 16 mq, estendendola fintanto che venivano rinvenute nuove specie e fermandosi quando la frequenza di nuove specie rinvenute

diminuiva sensibilmente. Questo ha portato alla definizione di plot di 24.5 mq; tale superficie è stata impiegata per tutti i rilievi in entrambi gli oliveti. La forma dei plot, contrariamente a quanto si è soliti fare, non è stato possibile realizzarla quadrata per via della distribuzione lineare dei filari di olivo: per questo motivo i plot hanno avuto forma rettangolare di 7.00 x 3.50 metri.

Durante ciascun rilievo sono state raccolte informazioni sulla struttura della vegetazione, alla quale è seguita l'annotazione delle specie presenti e per ciascuna di esse la definizione delle percentuali di copertura. Per le specie dubbie, ovvero non determinabili per mancanza di caratteri diagnostici, sono state applicate le procedure descritte per l'analisi floristica. Le percentuali di copertura sono state successivamente raggruppate nelle classi di abbondanza proposte da Braun-Blanquet e di seguito riportate.

<b>Classe di abbondanza</b>	<b>Intervallo Percentuali di copertura</b>
5	75-100%
4	50-75%
3	25-50%
2	5-25%
1	1-5%
+	< 1%

*Tab 3.6.5. Ripartizione delle percentuali di copertura all'interno delle classi di abbondanza proposte da Braun-Banquet.*

Con i dati così organizzati sono state realizzate tabelle fitosociologiche strutturate (tabelle 3 e 4) dove per ciascun rilievo sono indicate le classi di abbondanza delle diverse specie, mentre nell'ultima colonna è stato riportato il profilo sinottico dell'intero rilievo utilizzando le classi di frequenza proposte da Braun-Blanquet.

Si è infine proceduto all'inquadramento sintassonomico delle vegetazioni analizzate, mediante ricerca bibliografica (consultare bibliografia) e sitografica (Società Italiana di Scienze della Vegetazione - Database Lisy - <http://www.scienzadellavegetazione.it/sisv/rivista/index.jsp>; Vegitaly - [www.anarchiv.it](http://www.anarchiv.it); Database of the European Flora and Vegetation -

<https://floraveg.eu>; Prodromo della vegetazione d'Italia - <https://www.prodromo-vegetazione-italia.org>; Prodromo della vegetazione francese - [https://inpn.mnhn.fr/habitat/cd\\_typo/18](https://inpn.mnhn.fr/habitat/cd_typo/18)).

Dall'elenco floristico ottenuto dai rilievi, sono stati ricavati gli spettri biologici e corologici per ciascun oliveto indagato (figure 3.6.7, 3.6.8, 3.6.14 e 3.6.15).

Di seguito viene riportata l'analisi vegetazionale e floristica degli oliveti nelle due Aziende Agricole.

### Azienda Agricola Il Feudo Nico

	Rilievo	8	5	6	7	1	2	4	3	f
<b>Specie</b>										
<i>Erodium ciconium</i> (L.) L'Hér.		3	2	3	2	2	2	2	3	V
<i>Crepis sancta</i> (L.) Bornm. subsp. <i>nemausensis</i> (P.Fourn.) Bab.		1	2	2	2	2	2	2	2	V
<i>Cerastium brachypetalum</i> Desp. ex Pers. subsp. <i>brachypetalum</i>		2	2	2	2	2	2	2	2	V
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.		2	2	2	2	2	2	2	2	V
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér.		1	1	.	1	1	1	+	1	V
<i>Muscari neglectum</i> Guss. ex Ten.		1	1	1	1	1	2	1	1	V
<i>Ornithogalum divergens</i> Boreau		+	1	1	1	1	+	1	+	V
<i>Allium polyanthum</i> Schult. & Schult.f. cfr		+	+	+	+	1	+	1	.	V
<i>Veronica arvensis</i> L.		+	.	1	+	1	1	+	+	V
<i>Anisantha sterilis</i> (L.) Nevski		1	1	1	+	+	1	+	+	V
<i>Euphorbia helioscopia</i> L. subsp. <i>helioscopia</i>		1	+	+	+	+	.	1	+	V
<i>Veronica polita</i> Fr.		1	+	1	1	1	1	1	2	V
<i>Geranium molle</i> L.		2	2	2	2	1	1	2	2	V
<i>Calendula arvensis</i> (Vaill.) L.		2	2	1	1	1	.	.	.	IV
<i>Cichorium intybus</i> L.		1	.	.	.	1	1	1	+	IV
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L. subsp. <i>serpyllifolia</i>		1	.	.	+	1	1	+	+	IV
<i>Verbascum thapsus</i> L. subsp. <i>thapsus</i>		.	.	.	+	+	+	1	+	IV
<i>Fumaria officinalis</i> L. subsp. <i>officinalis</i>		1	+	.	1	1	+	1	1	IV
<i>Hordeum murinum</i> L. subsp. <i>leporinum</i> (Link) Arcang.		+	+	1	1	.	+	+	.	IV
<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) I.M.Johnst. subsp. <i>arvensis</i>		1	.	+	.	+	.	+	.	III
<i>Senecio vulgaris</i> L. subsp. <i>vulgaris</i>		+	.	+	+	.	+	.	.	III
<i>Lapsana communis</i> L. subsp. <i>communis</i>		.	.	.	+	+	+	+	.	III
<i>Convolvulus arvensis</i> L.		.	.	+	.	+	.	.	.	II
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.		.	+	.	.	+	.	.	.	II
<i>Securigera varia</i> (L.) Lassen		.	.	.	.	+	+	+	.	II
<i>Avena sterilis</i> L. subsp. <i>ludoviciana</i> (Durieu) Gillet & Magne		.	.	.	+	.	+	.	+	II
<i>Valerianella locusta</i> (L.) Laterr.		1	.	.	.	+	.	.	.	II
<i>Calepina irregularis</i> (Asso) Thell.		.	.	+	+	.	.	+	.	II
<i>Lamium amplexicaule</i> L.		.	.	.	.	+	.	+	.	II
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik. subsp. <i>bursa-pastoris</i>		+	.	.	.	+	.	.	+	II
<i>Crepis vesicaria</i> L. subsp. <i>taraxacifolia</i> (Thuill.) Thell.		.	+	+	.	+	.	.	.	II



<i>Lactuca sativa</i> L. subsp. <i>serriola</i> (L.) Galasso, Banfi, Bartolucci & Ardenghi	+	.	.	.	.	+	+	.	.	
<i>Medicago lupulina</i> L.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	
<i>Hypericum perforatum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	
<i>Scandix pecten-veneris</i> L. subsp. <i>pecten-veneris</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	
<i>Vicia hybrida</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	
<i>Papaver rhoeas</i> L.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	
<i>Avena barbata</i> Pott ex Link subsp. <i>barbata</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	
<i>Festuca myuros</i> L.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	

Tab 3.6.6 Tavola fitosociologica della vegetazione presente all'interno dell'oliveto dell'Azienda Agricola Feudo Nico.

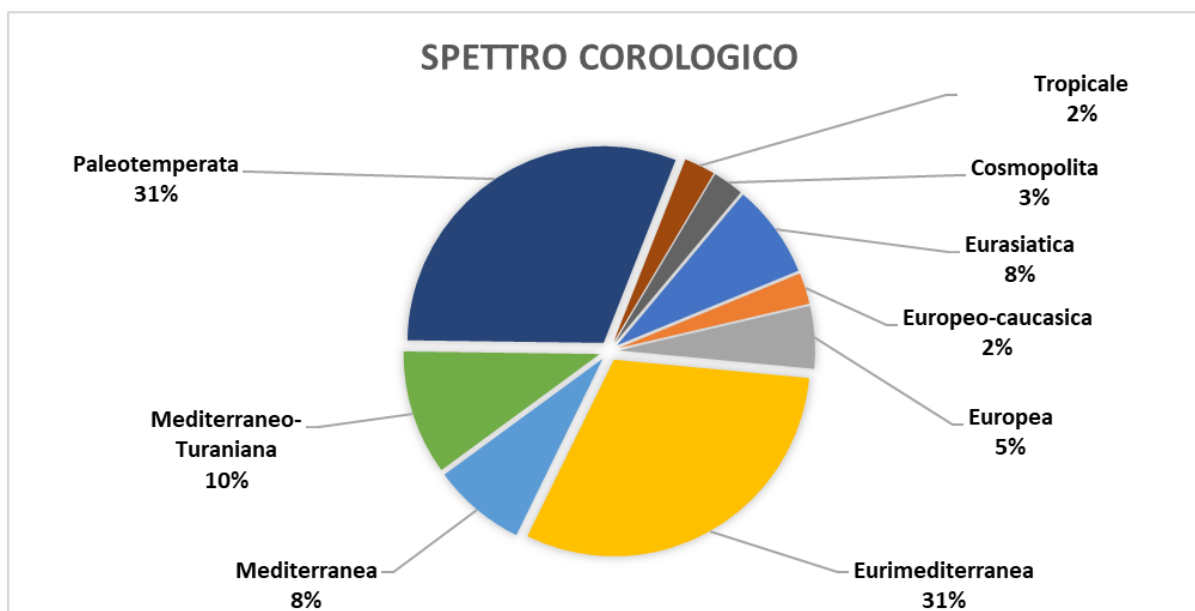


Fig 3.6.7 Spettro corologico delle specie rinvenute durante i rilievi condotti nell'oliveto dell'Azienda Agricola Feudo Nico (Mornico Losana).

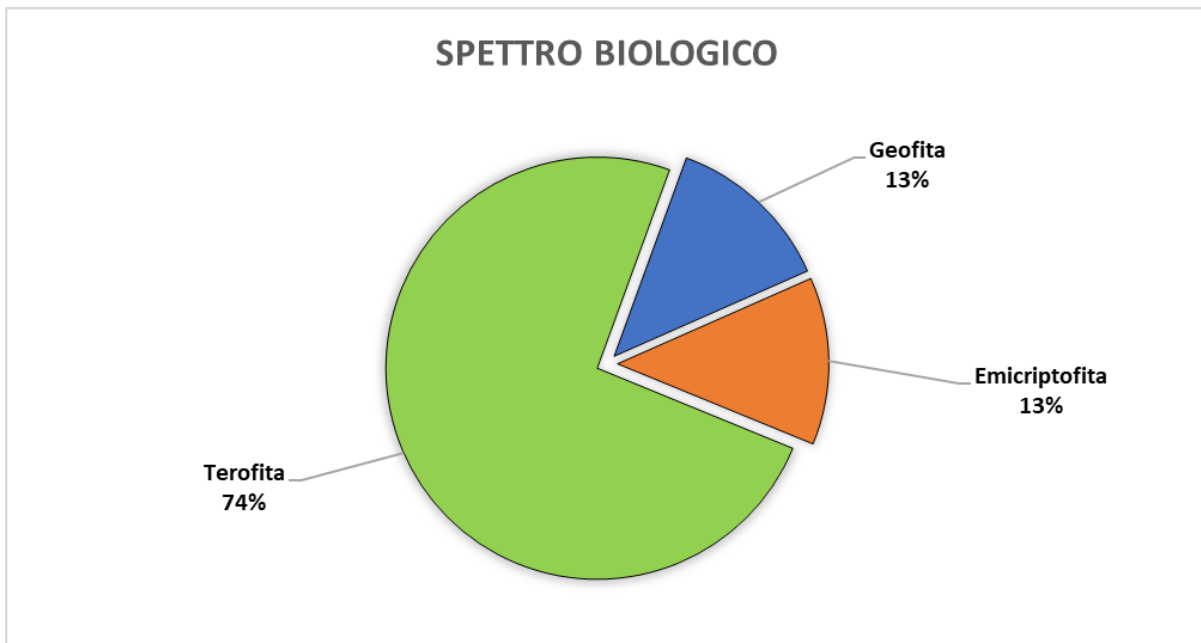


Fig 3.6.8 Spettro biologico delle specie rinvenute durante i rilievi condotti nell'oliveto dell'Azienda Agricola Feudo Nico (Mornico Losana).

### **Caratterizzazione della vegetazione**

La vegetazione analizzata è di tipo erbacea, costituita da specie termo-xerofile, prevalentemente annuali (29 specie terofite, pari al 74% del totale), a carattere mediterraneo (circa 50%) a sviluppo primaverile (figura 6).

La vegetazione occupa l'intero appezzamento coltivato ad olivi, strutturata in due diverse *faces* distribuite a mosaico e ben distinguibili tra loro sia in termini di copertura che di composizione specifica, quali: comunità moderatamente inerbite (copertura totale superiore al 60%) dominate da *Erodium ciconium* e *Fumaria officinalis* in grado di raggiungere altezze di 20-30 cm (figura 7), e comunità con copertura più rada (inferiore al 40%) dominate da specie più resistenti alla siccità come *Cynodon dactylon* e *Cichorium intybus* che si sviluppano prevalentemente dopo gli sfalci primaverili (figura 8). All'interno di queste *faces*, si distribuiscono in modo indipendente popolazioni di *Cerastium brachypetalum* subsp. *brachypetalum*, *Crepis sancta* (specie più abbondante) e *Calendula arvensis*, quest'ultime tendono a restare ben separate tra loro senza mischiarsi. Le abbondanti fioriture di queste ultime due specie (entrambe con infiorescenze composite gialle) nel periodo primaverile conferiscono a questi prati un bell'aspetto, svolgendo al contempo un ruolo fondamentale per l'entomofauna (diverse specie di farfalle come *Pieris* sp. sono state rinvenute durante i rilievi vegetazionali).



*Figura 3.6.9 Vegetazione prativa all'interno dell'oliveto dell'Azienda Agricola Feudo Nico.*



*Figura 3.6.10 Face dominata da Erodium ciconium (L.) L'Hér. al cui interno si trovano anche individui in fiore di Calendula arvensis (Vaill.) L.*





Figura 3.6.11 Face di vegetazione più rada, colonizzata da *Cynodon dactylon* (L.) Pers.

I parametri ambientali piuttosto estremi sono determinati dalle caratteristiche topografiche e pedologiche dell'area, oltre che dal tipo di gestione colturale in uso. L'oliveto indagato infatti è coltivato su di un versante esposto a Sud, il cui elevato irraggiamento solare, congiuntamente all'inclinazione media del terreno di 30° (stima) e a una granulometria degli strati pedologici superficiali piuttosto argillosa e compatta, creano condizioni di aridità spinta e di temperature elevate, in particolare durante il periodo estivo. Questo fa sì che lo sviluppo della vegetazione si concentri prevalentemente nel periodo primaverile. Inoltre, nel mese di aprile e successivamente a fine del periodo vegetativo (settembre) a seconda dell'andamento della stagione, il prato viene sfalciato meccanicamente mediante taglio a raso del manto erboso, ostacolando così lo sviluppo di comunità più stabili ed evolute e favorendo al contempo l'affermarsi delle entità annuali, ovvero perenni a ciclo primaverile (terofite ed emicriptofite insieme costituiscono l'87% delle specie rinvenute - 34 specie).

Le caratteristiche ambientali dell'area, oltre che a influenzare la composizione biologica delle fitocenosi presenti, influenzano anche i tipi corologici delle specie presenti; le elevate temperature e l'aridità favoriscono lo sviluppo di specie adattate a tali condizioni, per la maggior parte rinvenibili in ambito mediterraneo. Il 39% delle specie rinvenute (19 entità), infatti, ha il proprio areale distributivo in parte o esclusivamente all'interno del bacino mediterraneo, come ad esempio *Allium polyanthum*, *Papaver rhoeas*, *Crepis vesicaria* subsp. *taraxacifolia* e *Calendula arvensis*. L'effetto degli sfalci ripetuti nel tempo (figura 3.7.11) che di fatto impediscono il passaggio della vegetazione a forme più evolute, è invece manifestato dalla presenza di molte specie ad ampio spettro distributivo come le cosmopolite quale *Capsella bursa-pastoris* subsp. *bursa-pastoris*, le eurasiatiche con *Geranium molle*, *Arenaria serpyllifolia*

subsp. *serpyllifolia* e *Veronica arvensis*, e quelle a distribuzione paleotemperata, che insieme costituiscono il 42% del totale (16 specie).



Figura 3.6.12 Vegetazione pochi giorni dopo lo sfalcio avvenuto ad aprile. Come si può notare le uniche porzioni di vegetazione non tagliata sono quelle in prossimità dei fusti degli olivi.

Sul profilo sintassonomico l'ecologia delle fitocenosi analizzate, unitamente alla presenza di specie diagnostiche come *Crepis sancta*, collocano la vegetazione nell'ordine del *Solano nigri-Polygonetalia convolvuli* ([Sissingh in Westhoff, Dijk, Passchier & Sissingh, 1946] O. Bolòs, 1962) a cui afferiscono le vegetazioni estive sarchiate tipiche di coltivazioni legnose come oliveti e vigneti, su suoli marnoso-argillosi nel termotipo termomediterraneo, raggruppate a loro volta nella classe dello *Stellarietea mediae* (Tüxen, Lohmeyer & Preising ex Von Rochow, 1951) rappresentante vegetazioni annuali legate all'attività agricola e ai contesti sinantropici. All'interno di quest'ordine, la presenza di *Convolvulus arvensis*, *Calendula arvensis* e *Fumaria officinali* (queste ultime localmente dominanti), collocano la fitocenosi all'interno dell'alleanza del *Fumarion wirtgenii-agrariae* (Brullo in Brullo & Marcenò, 1985), che descrive comunità sarchiate e fertilizzate che si sviluppano dalla fascia costiera a quella collinare, dal piano bioclimatico termomediterraneo a quello mesomediterraneo. Tuttavia, la presenza consistente di *Erodium ciconium*, tipico dell'*Hordeion leporini* (Br.-Bl. in Br.-Bl., Gajewski, Wraber & Walas, 1936), indica fenomeni di degradazione della vegetazione con ingresso di elementi legati agli ambienti sinantropici da moderatamente a spiccatamente degradati, come *Hordeum murinum* subsp. *leporini*, *Avena barbata* e *A. sterilis*, tutte specie principalmente concentrate nelle prossimità dei fusti degli olivi dove la vegetazione non viene sfalcata. Dalle indagini bibliografiche condotte (Calabrese *et al.*, 2013; Prodromo della vegetazione italiana e francese) non sono state rinvenute associazioni del *Fumarion* riconducibili alla comunità esaminata, limitando così l'inquadramento sintassonomico a livello di alleanza e suggerendo l'esigenza di ulteriori approfondimenti considerando altre comunità simili presenti nell'Oltrepò pavese, allo scopo di descrivere al meglio quella che potrebbe essere una nuova associazione.

## Azienda Agricola Ballabio Winery

	Rilievo	1	7	5	8	3	2	6	4	F
<b>Specie</b>										
<i>Bromus hordeaceus</i> L.		4	3	3	4	4	4	4	4	V
<i>Triticum vagans</i> (Jord. & Fourr.) Greuter		2	3	1	2	1	2	3	2	V
<i>Medicago minima</i> (L.) L.		2	1	1	+	1	2	1	+	V
<i>Cerastium brachypetalum</i> Desp. ex Pers. subsp. <i>brachypetalum</i>		1	+	+	1	1	1	1	2	V
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.		1	2	+	1	1	1	2	2	V
<i>Crepis sancta</i> (L.) Bornm. subsp. <i>nemausensis</i> (P.Fourn.) Babç.		1	2	1	1	1	1	1	1	V
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér.		1	2	2	1	2	1	2	1	V
<i>Geranium columbinum</i> L.		1	2	1	1	+	1	2	2	V
<i>Veronica polita</i> Fr.		1	1	1	1	1	1	1	1	V
<i>Veronica arvensis</i> L.		+	1	1	1	1	+	1	1	V
<i>Convolvulus arvensis</i> L.		+	1	1	+	1	1	+	1	V
<i>Hordeum murinum</i> L. subsp. <i>leporinum</i> (Link) Arcang.		+	1	+	+	1	+	1	2	V
<i>Lolium multiflorum</i> Lam. subsp. <i>multiflorum</i>		+	1	+	1	1	1	1	2	V
<i>Euphorbia helioscopia</i> L. subsp. <i>helioscopia</i>		+	1	1	.	+	+	1	1	V
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill subsp. <i>Asper</i>		+	1	+	+	+	+	1	1	V
<i>Crepis vesicaria</i> L. subsp. <i>taraxacifolia</i> (Thuill.) Thell.		+	.	1	+	1	+	1	1	V
<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertn. subsp. <i>nodosa</i>		1	1	.	2	1	1	2	1	V
<i>Ornithogalum divergens</i> Boreau		+	+	.	.	+	1	+	1	IV
<i>Poa bulbosa</i> L. subsp. <i>bulbosa</i>		+	+	+	+	.	1	1	.	IV
<i>Helminthotheca echioides</i> (L.) Holub		+	+	+	.	+	.	+	.	IV
<i>Lactuca sativa</i> L. subsp. <i>serriola</i> (L.) Galasso, Banfi, Bartolucci & Ardenghi		+	+	+	+	.	.	.	+	IV
<i>Lepidium draba</i> L. subsp. <i>draba</i>		.	.	.	1	.	1	1	1	III
<i>Bellis perennis</i> L.		+	.	+	.	.	.	+	+	III
<i>Malva setigera</i> K.F.Schimp. & Spenn.		.	1	.	1	.	.	.	.	II
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L. subsp. <i>serpyllifolia</i>		+	.	.	1	.	+	.	.	II
<i>Sherardia arvensis</i> L.		1	.	.	+	.	+	.	.	II
<i>Anisantha sterilis</i> (L.) Nevski		.	+	.	.	.	+	1	.	II
<i>Vicia sativa</i> L.		.	.	.	.	.	1	+	.	II
<i>Avena sterilis</i> L. subsp. <i>ludoviciana</i> (Durieu) Gillet & Magne		+	2	1	2	1	+	+	1	II
<i>Senecio vulgaris</i> L. subsp. <i>vulgaris</i>		.	.	+	.	.	.	+	+	II
<i>Ranunculus parviflorus</i> L.		+	.	.	+	.	.	.	.	II
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik. subsp. <i>bursa-pastoris</i>		.	.	+	.	.	.	+	.	II
<i>Malva sylvestris</i> L. subsp. <i>Sylvestris</i>		.	+	+	.	.	.	.	.	II
<i>Calepina irregularis</i> (Asso) Thell.		.	1	.	.	.	.	.	.	I
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. subsp. <i>media</i>		.	1	.	.	.	.	.	.	I
<i>Sedum acre</i> L. cfr		.	.	.	.	.	.	.	+	I
<i>Allium polyanthum</i> Schult. & Schult.f.		.	.	.	.	.	+	.	.	I
<i>Lolium perenne</i> L.		.	.	+	.	.	.	.	.	I
<i>Poa trivialis</i> L. subsp. <i>Trivialis</i>		.	.	.	.	.	+	.	.	I
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.		.	.	.	.	.	.	+	.	I
<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds. subsp. <i>Myosuroides</i>		.	+	.	.	.	.	.	.	I
<i>Papaver rhoeas</i> L.		.	.	.	+	.	.	.	.	I

<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.	.	.	.	.	+	.	.	.	
<i>Tordylium maximum</i> L.	.	.	.	.	+	.	.	.	
<i>Tragopogon dubius</i> Scop.	.	+	.	.	.	.	.	+	

Tab 3.6.13 Tavola fitosociologica della vegetazione presente all'interno dell'oliveto dell'Azienda Agricola Ballabio Winery.

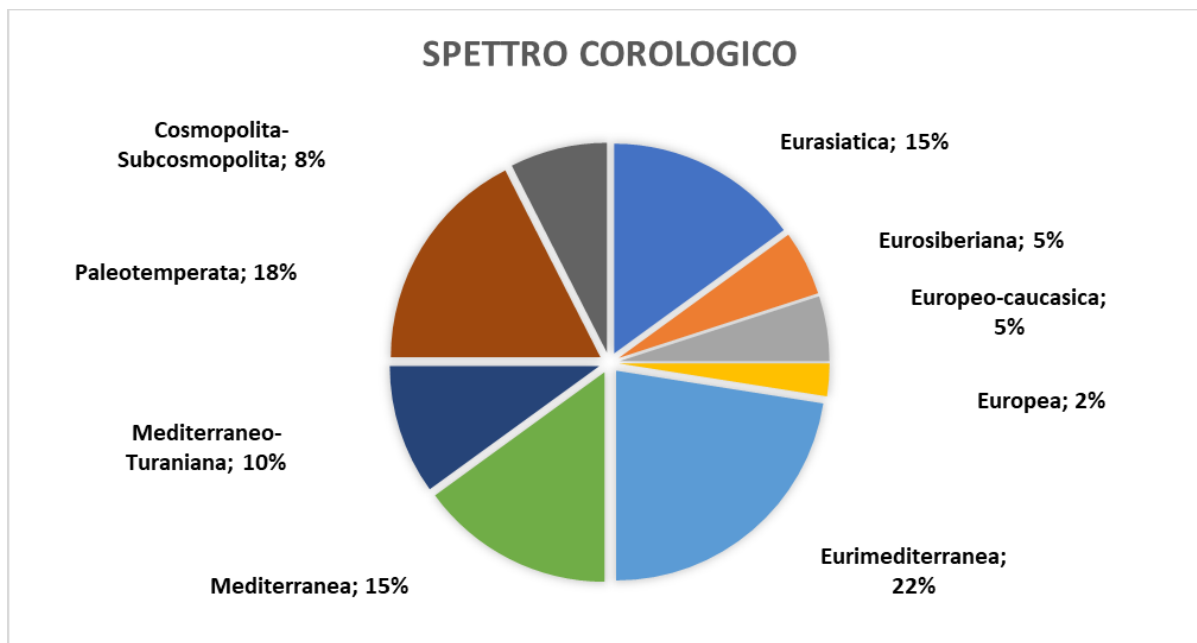


Fig 3.6.14 Spettro corologico delle specie rinvenute durante i rilievi condotti nell'oliveto dell'Azienda Agricola Ballabio Winery (Casteggio).

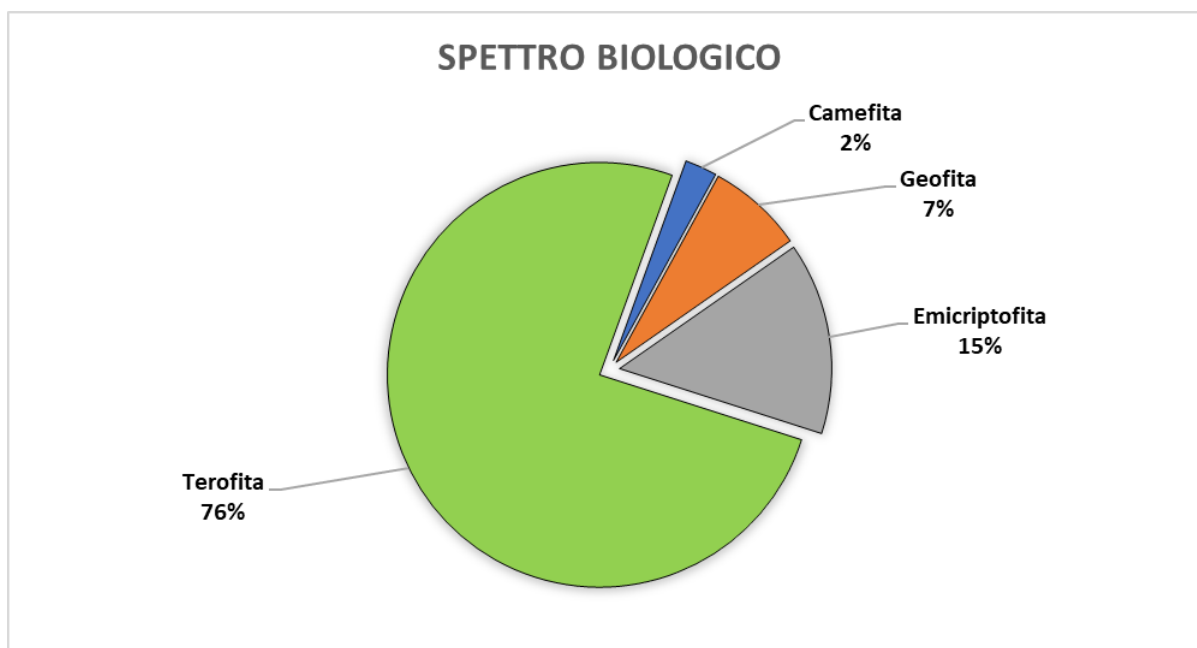


Fig 3.6.15 Spettro biologico delle specie rinvenute durante i rilievi condotti nell'oliveto dell'Azienda Agricola Ballabio Winery (Casteggio).



## Caratterizzazione della vegetazione

La vegetazione è caratterizzata principalmente da specie mediterranee (circa 50%), terofite (76% con 31 specie) termofile, meso-xerofile (figura 12) che si sviluppano seguendo una successione in due fasi ben distinte nel tempo. Il primo stadio di crescita della vegetazione vede lo sviluppo delle specie primaverili nel mese di aprile, rappresentate da terofite precoci come ad esempio *Cerastium brachypetalum* subsp. *brachypetalum*, *C. gloemratum* e *Hordeum murinum* subsp. *leporinum* ed emicriptofite come *Bellis perennis* e *Poa trivialis* subsp. *trivialis*. Come per l'Azienda Agricola Feudo Nico, anche in questo caso si notano due distinte *faces* vegetazionali, alternate tra loro a formare un mosaico. Tali *faces* sono rappresentate da comunità con copertura piuttosto rada (inferiore al 20%) dominate da piccole erbe, tra cui *Cerastium brachypetalum* subsp. *brachypetalum*, *C. gloemratum*, *Erodium cicutarium* e *Crepis sancte* subsp. *nemausensis*, e da altre dove la copertura è maggiore (superiore al 40%) dominate principalmente da *Bromus hordeaceus* (sebbene ancora in uno stadio immaturo), accompagnata da altre graminacee come *Hordeum murinum* subsp. *leporinum* e localmente *Triticum vagans* (presente in questa fase solo con cespi di foglie basali). All'interno di queste due comunità si distribuiscono in modo indipendente altre specie piuttosto frequenti come *Ornithogalum divergens* presente con individui singoli e *Lepidium draba* che tende invece a formare piccoli popolamenti principalmente verso le aree marginali dell'appezzamento.



Figura 3.6.16 Vegetazione prativa all'interno dell'oliveto dell'Azienda Agricola Ballabio Winery, in cui *Bromus hordeaceus* è la specie dominante.

La fase successiva di sviluppo della vegetazione, che avviene in tarda primavera (da maggio in poi), vede la dominanza di *Bromus hordeaceus* su quasi l'intera area (figura 3.7.16), alla quale si

affianca successivamente *Triticum vagans* che diviene presto codominante. L'elevata densità con cui crescono questi individui porta a valori di copertura molto elevati, mediamente compresi tra il 60 e il 70%, anche se in alcuni punti possono superare anche l'80%, con altezza media dello strato erbaceo compresa tra 30 e 50 cm. Le *faces* primaverili scompaiono, portando alla formazione di una vegetazione omogenea e uniforme, ad eccezione delle aree perimetrali poste a Sud e Ovest del campo coltivato, dove *Triticum vagans* diviene dominante esclusiva (figura 3.6.17), riuscendo in alcuni tratti anche a penetrare nel mesobrometo con dei piccoli popolamenti, principalmente localizzati nei pressi degli olivi.



Figura 3.6.17. Popolazione di *Triticum vagans* (Jord. & Fourr.) Greuter lungo l'area perimetrale Ovest dell'oliveto, in corrispondenza del margine della strada sterrata

La composizione specifica della vegetazione, come nell'Az. Agr. Feudo Nico, è profondamente influenzata dalle pratiche colturali che prevedono lo sfalcio della vegetazione una o più volte nel corso dell'anno a seconda della stagione. Tali pratiche impediscono lo sviluppo di formazioni più evolute, prediligendo specie annuali come *B. hordeaceus* e *T. vagans* ed emicriptofite a fioritura precoce come *Poa bulbosa* subsp. *bulbosa* e *Bellis perennis* (queste due forme biologiche costituiscono il 91% del totale con 37 specie) e generaliste come le cosmopolite (8%) come *Capsella bursa-pastoris* subsp. *bursa-pastoris* e *B. hordeaceus*. Rispetto a quanto riscontrato presso l'Az. Agr. Feudo Nico, le condizioni ambientali si presentano meno avverse, conferendo carattere di meso-xericità probabilmente perché l'appezzamento si trova circa in piano sulla sommità di una delle prime colline che si affacciano sulla piana alluvionale, dove i caratteri di continentalità sono più marcati. Quest'aspetto è reso evidente anche dallo spettro corologico in cui il 5% delle specie censite (*Geranium columbinum* e *Malva sylvestris* subsp. *sylvestris*) hanno distribuzione eurosiberiana, corotipo assente invece nello spettro corologico dell'Az. Agr. Feudo Nico. L'elevato irraggiamento solare e la semi-aridità rimangono comunque i principali elementi abiotici che influenzano la flora, dove le specie maggiormente rappresentate



(47% con 19 specie) sono quelle a distribuzione in parte o esclusivamente mediterranea come *Crepis sancta* subsp. *nemausensis*, *T. vagans*, *Crepis vesicaria* subsp. *taraxacifolia* e *Ranunculus parviflorus*.

Sul piano sintassonomico la vegetazione afferisce all'ordine del *Thero-Brometalia* ([Rivas Goday & Rivas-Martinez ex Esteve, 1973] O. Bolòs, 1975) caratterizzato da comunità erbacee annuali, subnitrofile, termoxerofile di aree distribuite nella regione mediterranea (in senso lato). L'ordine rientra nella classe degli *Stellarietea mediae* (Tüxen, Lohmeyer & Preising ex Von Rochow, 1951) tipica delle vegetazioni annuali legate all'attività agricola e ai contesti sinantropici. Tipicamente caratterizzata da comunità nitrofile, la classe dello *Stellarietea* ospita anche quelle comunità meno legate ad elevate concentrazioni di nutrienti nel terreno, rappresentate appunto dal *Thero-Brometalia*. Tale carattere risulta discriminante per la vegetazione in esame data l'abbondanza di specie oligotrofe come ad esempio *Cerastium brachypetalum* subsp. *brachypetalum* e *Crepis sancta* subsp. *nemausensis* (entrambe abbondanti). Tra le alleanze del *Thero-Brometalia* note per l'Italia (fonte Prodromo della vegetazione italiana), la vegetazione in esame pare afferire al *Taeniathero-Aegilopion geniculatae* (Rivas-Martinez & Izco, 1977), che include comunità annuali, dominate dai generi *Aegilops*, *Bromus* e *Avena*, indifferenti alla natura chimica del substrato, che si sviluppano prevalentemente lungo i cigli dei sentieri, campi incolti e pascoli (Blasi *et al.*, 2012). L'alleanza si sviluppa in tutta la Regione mediterranea e submediterranea, con optimum distributivo nei piani fitoclimatici supra- e mesomediterraneo. Queste comunità sono principalmente legate a climi mediterranei caratterizzati da estati secche con caratteri di continentalità. Tra le specie diagnostiche presenti nella vegetazione indagata, l'abbondanza di *Triticum vagans* (= *Aegilops vagans* Jord. & Fourr.; = *A. geniculata* Roth; = *A. ovata* aut.) e *Bromus hordeaceus* rappresentano un ottimo elemento indicativo. Ad oggi associazioni dell'*Aegilopion* sono state descritte per la Toscana (Izco, 1977), l'Abruzzo (Pirone *et al.*, 1997) e l'Umbria (Gigante & Venanzoni, 2007), mentre per la porzione dell'Appennino settentrionale dove ricade l'Oltrepò Pavese non sono state rinvenute descrizioni. Confrontando il materiale sopra citato e quello reperito dall'Inventaire National du Patrimoine Naturel (<https://inpn.mnhn.fr/accueil/index>) francese, con la tabella fitosociologica elaborata, l'associazione che mostra maggior affinità è la *Medicagini rigidulae-Aegilopetum geniculatae* Rivas-Mart. & Izco 1977, dove le specie diagnostiche *Aegilops ovata* e *Medicago minima* sono state rinvenute in più siti di rilevamento.

### **Conservazione *ex situ* di specie target**

L'attività di conservazione *ex situ* delle sementi è stata portata avanti dalla Banca del Germoplasma Vegetale dell'Università degli Studi di Pavia (DSTA) per l'intera durata del progetto. Tutte le accessioni pervenute sono state pulite e caratterizzate secondo specifici protocolli standard internazionali che prevedono disidratazione e pulizia accurata del materiale vegetale (cfr. manuali del progetto ENSCONET). Per la pulizia dei campioni, essa può variare a seconda della specie e dalla tipologia del campione (ad esempio se si tratta di pannocchie di mais da sgranare o se sono state già sgranate), per la quale si procede solitamente con una prima pulizia manuale per la rimozione del materiale vegetale grossolano ovvero l'eliminazione di parti degradate da insetti, alla quale segue una pulizia accurata, mediante l'impiego di setacci con maglie metalliche di differenti dimensioni e soffiatori meccanici che utilizzano flussi d'aria forzata per la rimozione del detrito fine. Alla pulizia segue una stima del numero di semi, ovvero

la conta manuale se questi sono in piccola quantità, e la valutazione della vitalità mediante test al taglio, dove 10 semi vengono prelevati casualmente dal campione, tagliati a metà e osservati allo stereoscopio per una valutazione visiva dello stato di salute dei tessuti interni (presenza e vitalità dell'endosperma e dell'embrione).

Una volta che i campioni sono stati disidratati e caratterizzati, i semi sono sottoposti a congelamento per la conservazione a lungo termine, ponendoli all'interno di appositi *freezer* a -18°C. Dopo un periodo minimo di stoccaggio nei *freezer* (variabile da specie a specie) vengono prelevate piccole quantità di semente per la valutazione del grado di germinazione mediante appositi test descritti più avanti.

Nell'arco dell'intero progetto sono state caratterizzate e congelate 22 accessioni di specie selvatiche raccolte presso le Aziende Agricole e gli ambienti equivalenti nell'area geografica dell'Oltrepò pavese e ai confini lombardi.

Nella tabella sottostante viene riportato il quadro riepilogativo di tutte le accessioni del progetto OLIO attualmente conservate presso la Banca del Germoplasma Vegetale di Pavia, con riportato per ciascuna di essa il codice identificativo, il numero di semi ove è stato effettuato.

ID	COLLYY	Full scientific name	COUNTRY	Region	MAJORAREA	MINORAREA	LOCNOTES
4026	2022	<i>Triticum vagans</i> (Jord. & Fourr.) Greuter	Italy	LOMBARDIA	Pavia	Casteggio	Az. Agr. Ballabio winery
4274	2023	<i>Calendula arvensis</i> (Vaill.) L.	Italy	LOMBARDIA	Pavia	Mornico Losana	Az. Agr. Ristorante Il Feudo Nico
4280	2023	<i>Avena sterilis</i> L. subsp. <i>ludoviciana</i> (Durieu) Gillet & Magne	Italy	LOMBARDIA	Pavia	Casteggio	Az. Agr. Ballabio winery
4283	2023	<i>Calendula arvensis</i> (Vaill.) L.	Italy	LOMBARDIA	Pavia	Mornico Losana	Az. Agr. Ristorante Il Feudo Nico
4351	2023	<i>Crepis sancta</i> (L.) Bornm	Italy	LOMBARDIA	Pavia	Santa Maria della Versa	Fraz. Celle
4271	2023	<i>Muscari neglectum</i> Guss. ex Ten.	Italy	LOMBARDIA	Pavia	Mornico Losana	Az. Agr. Ristorante Il Feudo Nico
4275	2023	<i>Vicia sativa</i> L.	Italy	PIEMONTE	Alessandria	Costa Vescovato	
4276	2023	<i>Vicia sativa</i> L.	Italy	PIEMONTE	Alessandria	Carezzano	
4279	2023	<i>Triticum vagans</i> (Jord. & Fourr.) Greuter	Italy	LOMBARDIA	Pavia	Casteggio	Az. Agr. Ballabio winery
4281	2023	<i>Vicia hybrida</i> L.	Italy	PIEMONTE	Alessandria	Costa Vescovato	
4282	2023	<i>Vicia hybrida</i> L.	Italy	PIEMONTE	Alessandria	Carezzano	
4284	2023	<i>Vicia hybrida</i> L.	Italy	PIEMONTE	Alessandria	Costa Vescovato	
4285	2023	<i>Vicia sativa</i> L.	Italy	PIEMONTE	Alessandria	Costa Vescovato	
4293	2023	<i>Vicia sativa</i> L.	Italy	LOMBARDIA	Pavia	Rovescala	Pieve
4294	2023	<i>Vicia sativa</i> L.	Italy	EMILIA-ROMAGNA	Piacenza	Monca Sacco	
4292	2023	<i>Vicia sativa</i> L.	Italy	LOMBARDIA	Pavia	Codevilla	Loc. Rasei
4334	2023	<i>Muscari neglectum</i> Guss. ex Ten.	Italy	PIEMONTE	Alessandria	Carezzano	
4337	2023	<i>Vicia hybrida</i> L.	Italy	PIEMONTE	Alessandria	Spineto Scrivia	
4341	2023	<i>Papaver rhoeas</i> L.	Italy	LOMBARDIA	Pavia	Carbonara al Ticino	
4342	2023	<i>Triticum vagans</i> (Jord. & Fourr.) Greuter	Italy	LOMBARDIA	Pavia	Arista di Pometo	
4343	2023	<i>Triticum vagans</i> (Jord. & Fourr.) Greuter	Italy	EMILIA-ROMAGNA	Piacenza	Montesumino	Alta val Tidone
4361	2023	<i>Avena sterilis</i> L. subsp. <i>ludoviciana</i> (Durieu) Gillet & Magne	Italy	LOMBARDIA	Pavia	Mornico Losana	Az. Agr. Ristorante Il Feudo Nico

Figura 3.6.18 Accessioni delle specie raccolte nelle Aziende partner o nell'area circoscritta dell'Oltrepò pavese, ora conservate all'interno della Banca del Germoplasma di Pavia.

### Prove di germinazione e coltivazione dei semi di piante spontanee

Nel progetto erano previste le seguenti azioni: azione 9: Riproduzione vivaistica di piante e sementi.

In particolare, era prevista un'attività vivaistica condotta presso il DSTA per testare la produzione di piante in vaso da trapianto e kit pronti di semi da seminare, in forma sperimentale e dimostrativa per il progetto, con messa a dimora/semina a partire dal secondo anno di progetto.

A tal fine sono state testate in particolare tre specie di interesse per futuri inerbimenti e/o arricchimenti floristici: *Triticum vagans*, *Vicia sativa*, *Calendula arvensis*.

I loro semi sono stati raccolti in natura, quindi trattati secondo protocolli di pulizia e conservazione in banca del germoplasma a Pavia. Sono stati quindi realizzati test di

germinazione in laboratorio e in vaso o aiuole e quindi effettuate prove di coltivazione appunto in vaso ed infine test di messa a dimora in campo (oliveti) e predisposizione di kit di semi per futuri usi per esperimenti pilota in aziende con oliveti, il tutto conservato a lungo termine attualmente presso la Banca del Germoplasma Vegetale dell'Università di Pavia al DSTA.

Qui si riportano alcuni test relativi alla graminacea *Triticum vagans*, ritenuta di importanza strategica per la realizzazione di Cover crops in oliveto in Oltrepò pavese, per il futuro, utilizzando il metodo delle NBS, Nature Based Solution, con una specie già presente in zona allo stato spontaneo, steno-mediterranea (quindi adatta a climi aridi e zone aperte e assolate), terofita cioè con un ciclo riproduttivo rapido in estate e poco competitivo con le arboree, ovvero olivo, ma presente come cover crop fin da ottobre, essendo un parente selvatico del frumento (cereale vernino, che si semina a ottobre-novembre, germina subito, fa un tappeto erboso basso e a primavera presto parte subito per la produzione di seme).

Di particolare interesse poi è risultato nelle prove di coltura in vaso e pieno campo (parcelle) la differenza riscontrata tra *Triticum vagans* coltivato in pieno campo senza fertilizzazione (controllo) e con fertilizzazione (316 g di fertilizzante dato in due volte in levata e in fioritura).

Dati emersi:

Germinazione media 98.33% sia nei fertilizzati, che nel controllo.

#### NON FERTILIZZATO

Biomassa secca media:  $0.6093\text{g} \pm 0.35978$

N. medio scapi per pianta:  $8.68 \pm 4.59$

N. medio spighe per scapo:  $3.07 \pm 0.29$

Peso medio di 1 seme:  $0.1064\text{g} \pm 0.03663$

#### FERTILIZZATO

Biomassa secca media:  $0.9024 \pm 0.60981$ .

N. medio scapi per pianta:  $13.12 \pm 7.59$

N. medio spighe per scapo:  $3.35 \pm 0.30$

Peso medio di 1 seme:  $0.1244\text{g} \pm 0.03706$

La biomassa risponde alla fertilizzazione aumentando molto per effetto dell'aumento del numero di scapi e anche dell'altezza (a vista), che non abbiamo misurato. Anche i semi si ingrandiscono con la fertilizzazione. Non aumenta però il numero di spighe rispetto al controllo.

Questo dato è interessante nel caso si volesse realizzare un inerbimento rapido ed efficace, ad esempio nelle prime fasi di impianto del cotico erboso nell'oliveto con alberelli ormai affrancati dalla crescita iniziale o da crisi di trapianto (dopo 3-4 anni o anche forse meno). Una

fertilizzazione dell'inerbimento può certo aumentare l'efficacia di sviluppo e riproduzione della pianta (*T. vagans*), creando così un tappeto erboso più compatto e abbondante biomassa che copre il terreno rapidamente, con effetto soprattutto antierosivo in situazioni di forte inclinazione e zone assolate. I semi caduti al suolo, anche se si lavora il terreno superficialmente, poi garantiranno una ricrescita di piante nell'anno successivo, grazie alla banca semi che si crea nel suolo. Un prato efficace poi per l'arricchimento in sostanza organica e azoto in particolare dovrebbe poi, come detto nelle linee guida, prevedere l'impianto di una componente di non graminacee, in primis leguminose.



### **3.7 Linee guida per una corretta gestione dell'olivicoltura in Oltrepò Pavese**

Alla raccolta dati in campo, finalizzata alla stesura delle presenti linee guida, hanno partecipato, oltre che gli estensori della presente relazione di Linee guida, anche i dipendenti dei partner aziendali, in primis del capofila Azienda agricola Ballabio con i dipendenti Scalzo, Salvaneschi, Artevi, Martinez e Osimati, oltre al dipendente dell'azienda agricola Finigeto con il proprio dipendente Sig. Terzoni.

Le seguenti Linee Guida sono fornite anche in allegato alla presente relazione (Allegato: Linee\_Guida\_Olivicoltura\_Oltrepo.pdf).

#### **Premessa**

Il progetto OLIO coordinato dall'Università di Pavia ha riguardato inizialmente la costituzione ex novo di due impianti sperimentali presso 2 imprese agricole :

- L' Azienda Agricola Finigeto di Aldo Dallavalle che ha messo a dimora una superficie pari ad Ha 00.38.47 nel Comune di Montalto Pavese sezione A foglio 8 mappale 207 e 28. Il sesto di impianto adottato è stato di metri 5 sulla fila e metri 5 tra le file e la messa a dimora delle piante di varietà Leccino Pendolino e Maurino, ha riguardato un terreno non irriguo, esposto in posizione ottimale verso sud.

- L' Azienda Agricola Prè Filippo che ha piantumato una superficie pari ad Ha 00.30.59 nel Comune di Val di Nizza sezione A foglio 20 mappale 121. Il sesto di impianto adottato è stato di metri 5 sulla fila e metri 5 tra le file e la messa a dimora delle piante di varietà Leccino e Frantoio, ha riguardato un terreno non irriguo, esposto in posizione ottimale verso sud-ovest.

L'andamento climatico con primavera e inizio estate fresco e piovoso ha favorito l'attecchimento delle piante che si presentano per la maggior parte in pieno sviluppo vegetativo ben formate e rigogliose.

Il metodo di Produzione Integrata è quello da consigliare in modo assoluto, perché contribuisce a salvaguardare le risorse ambientali ed a rispettare l'agro-ecosistema naturale. Al fine di rafforzare la biodiversità si dovranno prevedere almeno due opzioni ecologiche che devono essere adottate e mantenute dalle due aziende agricole interessate al progetto. Tra le opzioni ecologiche previste si possono annoverare :

- il ripristino e la realizzazione di siepi; in tale contesto non rientrano le eventuali siepi ornamentali già presenti in azienda;
- l'installazione di nidi artificiali all'interno dell'azienda;
- la realizzazione di invasi di acqua;
- ripristino e/o realizzazione di muretti a secco;

- inerbimento polifita;
- sfalcio alternato dei filari dell'oliveto e/o arboreti-vigneti presenti in azienda.

Di seguito la predisposizione di un protocollo di Coltivazione dell'Olivio per l'Oltrepò Pavese, facendo riferimento a quanto descritto nel “Disciplinare di Coltivazione Integrata dell'Olivio” Rev. 07 del 28/07/2015, compilato dal Consorzio Nazionale degli Olivicoltori.

### **Caratteristiche pedoclimatiche e scelta varietale**

L'olivo è una pianta tipicamente mediterranea, ma ben si è adattata all'area collinare e pedemontana di tutto l'arco alpino e sulle pendici che circondano i Laghi del Nord Italia. Inoltre il cambiamento climatico sembra favorire la crescita di questa pianta proveniente dalla zona geografica della Mesopotamia, che ha trovato nelle nostre zone temperate, caratterizzate da stagioni estive lunghe e asciutte, il clima ideale per la sua coltivazione. Prova ne sia che negli ultimi anni si sono affermati in numerosi concorsi oleari internazionali gli oli prodotti tra il Friuli e la Lombardia.

Nell'Oltrepò Pavese l'olivo può trovare il suo habitat sulle colline, su terreni acclivi, anche in pendenza, preferibilmente esposti a sud o sud/ovest, dove l'esposizione giornaliera al sole è più duratura e gli sbalzi termici meno elevati e più lenti.

Tra le varietà più presenti nell'Oltrepò Pavese è giusto ricordare che le principali sono Frantoio e Leccino. Ma si devono prendere in considerazione anche le cultivar Moraiolo, Maurino e Pendolino indispensabili per una corretta e proficua impollinazione. Pur avendo rilevato in Italia più di 500 varietà, si è riscontrato che per la maggior parte sono ecotipi, cioè varietà simili alla pianta madre, ma che hanno modificato il loro aspetto solo per alcuni, pochi particolari, dovuti al diverso ambiente di sviluppo. Quindi bisogna essere consapevoli che non si inventa nulla di nuovo e che le varietà indicate in precedenza sono le migliori, anche se in altri luoghi vengono indicate in altro modo, ad esempio la varietà Frantoio viene definita come Casaliva sul Lago di Garda e Sbresa sui Laghi Lombardi .

L'olivicoltore che deve realizzare nuovi impianti deve procedere alla scelta varietale, considerando soprattutto la tendenza all'auto impollinazione, alla produzione costante negli anni, alla qualità dell'olio ottenuto e alla sua resa.

### **Il progetto d'impianto**

I lavori di preparazione e sistemazione devono contribuire a mantenere la struttura del terreno, cercando di ridurre i fenomeni di compattazione, favorendo l'allontanamento delle acque meteoriche in eccesso. Le lavorazioni del terreno devono essere tali da salvaguardare e migliorare la fertilità del suolo.

Sistemazione del terreno: le operazioni di sistemazione fisica del terreno da preparare nell'estate precedente la messa a dimora devono essere combinate a quelle di sistemazione idraulica al fine di favorire l'allontanamento dell'acqua in eccesso.

Nei terreni collinari da sconsigliare sistemazioni a rittochino, soprattutto nei terreni leggeri ed in quelli eccessivamente pesanti per evitare erosioni.

Preparazione del terreno : si dovrà procedere ad una lavorazione mediamente profonda tra 30 e 50 cm ; non sono ammesse arature profonde oltre 50 cm per evitare il rischio di portare in superficie strati indesiderati di terreno.

Impianto: i sistemi di impianto ad alta densità, cioè maggiori a 350/400 piante/ha, devono essere evitati in quanto richiedono in molti casi pratiche di gestione del suolo in contraddizione con gli scopi della coltivazione integrata. È consigliabile la messa a dimora delle piante in primavera, in alternativa a quella autunno – vernino per evitare periodi troppo freddi ed eccessivi momenti di siccità.

Se non si procede all'aratura, un accorgimento essenziale da seguire al momento dell'impianto consiste nella predisposizione di buche profonde e larghe, mettendo a dimora la piantina con il colletto a vista sul "piano di campagna".

Le radici dell'olivo tendono a rimanere molto superficiali; basta quindi aiutare la giovane pianta fin da subito, dalla messa a dimora, facendo trovare un terreno morbido e penetrabile con le radici già disposte orizzontali e perpendicolari al fusto. Si devono predisporre sempre dei tutori per il sostegno delle piante di olivo per i primi 4 – 5 anni di vita, quelli si messi in profondità per assicurare maggior sostegno alla pianta in caso di avversità meteorologiche. Inoltre è altamente consigliato procurarsi delle reti avvolgenti da applicare ai primi 50 cm del fusto, in modo da proteggere il tronco dalla fauna selvatica.

E' consigliabile mantenere il suolo tra i diversi filari o tra le diverse piante inerbito, in modo da contrastare possibili processi di erosione che si possono innescare durante eventi di precipitazione particolarmente intensi o durante periodi piovosi prolungati. Tale accorgimento può anche consentire di ridurre la perdita di suolo utile per la crescita e lo sviluppo delle piante.

Per gli inerbimenti si consiglia di adottare modelli naturali presenti in posto, però favorendo e se possibile utilizzando semi di graminacee e leguminose e anche crucifere. Per le graminacee si consiglia di evitare quelle a taglia elevata e foglia larga (come ad es. *Schenodorus arundinaceus*), ovvero festuche a foglia larga e anche poco loglio; infatti queste graminacee a foglia larga tendono a traspirare molto e quindi a far perdere acqua all'agroecosistema oliveto che si vorrebbe realizzare per avere un maggiore equilibrio generale e meno uso di presidi fitosanitari. Si consiglia altresì l'uso di graminacee di piccola taglia e a foglia stretta , come ad es. quelle del genere *Festuca*, gruppo ovina o gruppo valesiaca, es. *F. trachyphylla*, oppure o comunque accompagnate da molte terofite. Tra queste si può certamente pensare ad un abbondante uso di cereale comune (*Triticum vagans* = *Aegilops geniculata*), pianta a distribuzione mediterranea e progenitore selvatico del frumento, naturalmente presente in molte aree di prato arido in Oltrepò pavese, nonché anche in oliveti maturi (es. az Ballabio di Casteggio, di Filippo Nevelli; oppure zona degli oliveti storici di Torre Bianchina a Borgo Priolo). Interessante è anche il ciclo annuale di crescita di questa

pianta, che per altro poi si mantiene da se con la banca semi del suolo che essa stessa crea. Si tratta infatti di una piccola ma tenace terofita (annuale), che nasce in autunno, come il frumento appunto, e resta come piccola pianta verde (5-6 cm di taglia) per tutto l'inverno e fino ad aprile, poi sviluppa velocemente e raggiunge una taglia però limitata (20-30 cm), per poi disseminare e sparire dal cotico erboso entro giugno o al più inizio luglio. In tal modo la competizione con gli ulivi è minimale e lo sfalcio o anche una lavorazione superficiale del terreno non la sfavoriscono affatto. Pertanto il suo uso o diffusione naturale andrebbe fortemente raccomandata negli uliveti dell'Oltrepò pavese, come avviene già in zone ben più vaste e vocate all'olivicoltura ad es. in Spagna.

Il tappeto erboso della cerere comune che si forma già in autunno e perdura fino a fine marzo, anche inizio aprile, ha poi anche un effetto antierosivo sui versanti, soprattutto là dove fortemente inclinati, limitando fenomeni di dissesto idrogeologico.

Specie consigliate nei miscugli, se reperibili come seme o comunque spontanee in zona.

*Astragalus monspessulanus* L. subsp. *monspessulanus*

*Lathyrus hirsutus* L.

*Silene italica* (L.) Pers.

*Sinapsis arvensis* L. subsp. *arvensis*

*Trifolium angustifolium* L. subsp. *angustifolium*

*Triticum vagans* (Jord. & Fourr.) Greuter

*Trifolium arvense* L.

*Trifolium campestre* Shreb.

*Vicia sativa* L.

Sesti d'impianto: è consigliabile adottare sestii a rettangolo con le seguenti distanze tra le piante per un minimo di 5 m X 6 m in terreni poco generosi, ma che si possono allargare anche fino a 7 m X 8 m in terreni molto fertili e ricchi; oppure sestii a quadrato con distanze da 6 m X 6 m a 7 m X 7 m, oppure mantenendo le stesse misure espresse in precedenza ma disponendo le piante a triangolo, per fare in modo di aumentare in modo considerevole l'entrata della luce nell'impianto. Non dimentichiamo che l'olivo è una tipica pianta mediterranea e pretende la migliore esposizione al sole che non potrà mai avere se si scelgono dei sestii d'impianto inferiori a quanto descritto.

Da evidenziare che l'orientamento dei filari dell'oliveto deve essere predisposto in direzione nord-sud che permette all'impianto di ricevere nel modo più proficuo i raggi solari.

### **Le operazioni agronomiche nell'oliveto**

Qui di seguito la descrizione delle principali fasi tecnico-agronomiche di conduzione di un oliveto specializzato.

### **La potatura**

L'olivo necessita di potatura sia durante la fase d'allevamento, per dare una forma all'albero ed una corretta impostazione all'impianto, sia durante la fase di produzione per permettere di mantenere lo stato produttivo stabile e un migliore efficacia sotto il punto di vista sanitario della coltura.

Forma di allevamento : bisogna orientarsi verso forme contenute, allo scopo di facilitare il più possibile le operazioni colturali (potatura, lavorazioni e raccolta) e creare una forma poco favorevole allo sviluppo delle crittogame e degli insetti dannosi. Bisogna quindi puntare in termini assoluti verso la forma di allevamento a vaso policonico semplificato che garantisce una migliore distribuzione delle branche con una angolazione di 45° rispetto al tronco e l'esposizione dei frutti al sole e alla luce, occupando tutta la superficie della chioma e non solo la parte più alta.

Potatura di produzione : è l'intervento che, insieme alle altre operazioni colturali contribuisce a mantenere un giusto equilibrio fisiologico tra la parte vegetativa e riproduttiva della pianta al fine di ottenere produzioni buone e costanti negli anni.

I tagli seppur necessari devono essere visti oltre che per mantenere la forma desiderata, anche per creare un maggior equilibrio alla pianta per facilitare la raccolta e favorire la penetrazione della luce e quindi una migliore allegagione ed un equilibrato accrescimento dei frutti.

Inerbimento: con la semina di essenze foraggere per predisporre un cotico erboso polifita, soprattutto nei terreni in pendenza, si evitano innanzi tutto azioni erosive da parte delle acque piovane, soprattutto a riguardo degli strati superficiali, ricchi di sostanza organica indispensabile per la nutrizione delle piante. Inoltre si evita il dilavamento degli elementi nutritivi, in modo particolare l'azoto.

Infine lasciare crescere l'erba può contribuire ad un aumento di biodiversità soprattutto animale che può aiutare nella lotta a insetti dannosi come la cocciniglia e la tignola.

### **Il controllo delle erbe infestanti**

Deve essere attuato tramite periodiche lavorazioni o lo sfalcio. Queste operazioni devono essere attuate tra i filari con attrezzature specifiche, periodicamente, al fine di indebolire le malerbe presenti che saranno continuamente trinciate nella loro parte aerea, costringendole a sprecare le loro riserve nutritive per riemettere nuovi germogli.

Mentre sulla fila il metodo migliore, soprattutto nei primi anni di crescita, quando le giovani piante di olivo devono crescere ed avere poca competizione con l'erba sottostante, è quello della pacciamatura che consiste nel coprire con materiale organico (trucioli di legno, residui

di segatura, paglia, fieno, erba da sfalcio, etc. ) che impedisce all'erba infestante di crescere e svilupparsi.

### **La concimazione**

Gli elementi nutritivi necessari per tutte le piante da frutto e quindi anche per l'olivo sono i macronutrienti azoto (N), fosforo (P), potassio (K), i macroelementi calcio (Ca) e magnesio (Mg) e il microelemento boro (B).

Le quantità di principi nutritivi da somministrare possono cambiare a seconda dell'età, delle condizioni vegetative della pianta e in funzione della fase del ciclo biologico annuale.

A riguardo della tipologia e natura del concime, si consiglia l'utilizzo dei fertilizzanti organici che possono essere apportati in unica soluzione e che possono contribuire ad un miglioramento della struttura del terreno. A differenza dei concimi azotati di sintesi che devono essere somministrati gradualmente durante il corso del periodo vegetativo per impedire le perdite di dilavamento e per evaporazione. Fanno eccezione i concimi a "lenta cessione dell'azoto" che però incidono con costi molto più elevati.

La concimazione organica con apporto di letame bovino, ancora meglio se equino, per un quantitativo pari a 400/500 q.li/ha è assolutamente consigliata come concimazione di fondo al momento dell'impianto, soprattutto per mantenere un sufficiente livello di humus nel terreno.

In alternativa si può pensare di ricorrere all'uso di concimi fogliari che permettono una drastica riduzione dei quantitativi di concime da somministrare al terreno. L'azione di assorbimento da parte degli elementi nutritivi è molto più efficace, soprattutto per alcuni elementi come il potassio (K), il fosforo (P), il calcio (Ca) e il boro (B) che vengono assorbiti con più difficoltà attraverso le radici.

I concimi fogliari possono essere distribuiti contemporaneamente ai trattamenti antiparassitari con un vantaggio economico ed una migliore efficacia delle somministrazioni. Attuando tale pratica si può influire nella riduzione dell'alternanza di produzione, problematica sempre più evidente a riguardo della coltivazione dell'olivo su tutto il territorio nazionale.

### **L'irrigazione**

Ormai nei più moderni e recenti impianti di oliveti specializzati è d'obbligo la progettazione di un impianto di irrigazione a goccia o per microaspersione che permetta di apportare quantitativi di acqua a soccorso del necessario, costante fabbisogno idrico, di cui necessita la pianta di olivo.

La carenza idrica può provocare anomalie come la riduzione del numero dei fiori e di conseguenza minore allegagione. Un costante apporto idrico, può comportare una migliore crescita della giovane pianta che può entrare prima in produzione. Inoltre può diminuire il fenomeno della cascola che si manifesta dopo la fioritura, migliorando la costanza produttiva e l'alternanza di produzione.



La tecnica dell'irrigazione può prendere in considerazione la possibilità di realizzare invasi di acqua al fine di raccogliere l'acqua piovana, distribuita agli oliveti nei periodi più siccitosi.

### **La lotta integrata**

La presenza dei parassiti va rilevata con accurati metodi di monitoraggio, soprattutto

riguardo due insetti :

- Tignola
- Mosca delle olive

e un fungo, Occhio di Pavone.

I campionamenti e/o le attività di monitoraggio hanno lo scopo di verificare l'entità dell'inoculo o della popolazione dei fitofagi sulla coltura per poi decidere il momento ottimale di intervento.

Il momento e l'impiego dei diversi fitofarmaci devono essere stabiliti tenendo conto delle indicazioni dei Disciplinari di produzione, compilati dagli Enti Pubblici competenti. secondo i criteri e le modalità riportate nella descrizione di ogni singola avversità.

Il metodo di Produzione Integrata è quello da consigliare in modo assoluto, perché contribuisce a salvaguardare le risorse ambientali ed a rispettare l'agro-ecosistema naturale. Al fine di rafforzare la biodiversità si potranno adottare delle opzioni ecologiche che potranno prevedere alcune di queste azioni :

- la realizzazione di siepi;
- l'installazione di nidi artificiali;
- inerbimento con prati permanenti polifiti;
- sfalcio alternato dei filari.

### **La raccolta**

E' uno dei momenti fondamentali di tutta la filiera che permette, se eseguita correttamente, di ottenere un olio di elevata qualità. E' inutile operare durante la stagione dal punto di vista agronomico in modo corretto e preciso se poi si esegue una raccolta in modo superficiale e distratto. Si ritiene che decidere il momento giusto per la raccolta, attuare idonee modalità di stoccaggio e brevi tempi di attesa prima della molitura, influenzino la qualità dell'olio per oltre l'80%.

Innanzitutto è consigliabile eseguire una raccolta anticipata che permette di evitare o lenire soprattutto le seguenti problematiche :

- la cascola pre-raccolta che spesso comporta delle perdite di prodotto non indifferenti;
- danni causati dalle avversità atmosferiche e attacchi parassitari tardivi provocati dalla mosca delle olive
- olive che comportano un drastico abbassamento qualitativo della materia prima raccolta;
- l'alternanza di produzione che può essere provocata anche dall'eccessiva permanenza delle olive sulla pianta che può ostacolare la differenziazione delle gemme a frutto.

Inoltre dalle olive raccolte un po' precocemente si ottiene di solito un olio qualitativamente migliore, ed è comprovato che raccogliendo tardi verso dicembre si ottiene un olio con caratteristiche organolettiche peggiori.

Relativamente al metodo di raccolta da utilizzare si consiglia di utilizzare quella manuale, con l'ausilio di scuotitori. Pratiche di raccolta che possano danneggiare frutti e branchette come nel caso della bacchiatura, non sono ammesse. Non è ammesso raccogliere le olive cadute da terra e non è ammesso l'uso di sacchi per la movimentazione e lo stoccaggio, anche temporaneo, delle olive.

Il momento ottimale di raccolta varia a seconda della cultivar ma deve rispettare il periodo compreso tra metà ottobre ad inizio dicembre. La raccolta delle olive deve avvenire quando lo stadio di invaiatura è superficiale, prima che il colore penetri nella polpa.

Di fronte a maturazioni scalari, come spesso accade, la raccolta va effettuata quando poco più della metà delle drupe è invaiata.

In fase di raccolta si devono seguire con attenzione le seguenti procedure :

- il prodotto olive, raccolto direttamente dall'albero, non deve mai entrare in contatto con il terreno ma deve essere riposto direttamente in contenitori di plastica rigida fessurata approvati per il contatto con alimenti;
- il prodotto raccolto in fase di stazionamento in campo deve sempre essere in contenitori non stoccati a terra.

Le olive per conservare le caratteristiche qualitative che hanno al momento della raccolta devono essere immediatamente consegnate al frantoio e molite.

Se per qualsiasi ragione non fosse possibile per l'agricoltore consegnarle e si rendesse necessaria la loro conservazione, si raccomanda :

- di non superare mai l'intervallo di 36/48 ore;

- di conservare le olive in imballaggi di plastica rigidi e aerati, tipo cassetta o bins, approvati per il contatto con gli alimenti, disponendo le olive in uno strato sottile, alto massimo 25/30 cm;
- di riporre i contenitori in locali freschi e aerati e comunque coperti, lontani da fonti di contaminazione (gasolio, olio minerale, ecc.), altrimenti si rischia che l'olio può assumere odori di rancido e/o lubrificante.

### **Come aumentare il valore estetico e l'uso eco-turistico degli uliveti**

Tra le pratiche che si consigliano, soprattutto quando gli impianti sono prossimi alle abitazioni utilizzate come agriturismi, B&B, spaccio aziendale, luoghi di incontri ed eventi, ma anche lungo filari che accompagnano le strade di campo (possibili sentieri e itinerari pedonali o a cavallo), c'è quella di arricchire l'uliveto con altre piante di tipo mediterraneo in coltura o spontanee in zona, da favorire. Tra le prime possiamo citare il carciofo (con ecotipi anche locali es a Mondondone di Codevilla o Oliva Gessi), rosmarino o lo zafferano, oppure gli asparagi (carciofaia, aspargiaia). A volte già si vedono impianti in terrazzamento come a Codevilla nella proprietà della sig ra Marina Calderara, dove nella scarpata c'è il carciofo e nei dintorni vi era anche una carciofaia storica ora sostituita da un rimboschimento di conifere. Questo in una sorta, volendo, anche di agro-forestry dall'aspetto molto accattivante ed attraente. Da considerarsi anche la presenza e coltura in zona su emergenze rocciose nei paraggi dell'uliveto di capperi, presenti spontaneamente per altro nell'area (es. castello di Oliva Gessi o Cigognola).

Da favorire anche bulbose, erbacee ornamentali e persino arbusti, tutti a carattere mediterraneo (anche sub-mediterraneo ovviamente come la ginestra odorosa), in genere con belle fioriture, che attraggono l'interesse dei visitatori e alimentano potenzialmente anche gli insetti come le api.

Possibile elenco di specie spontanee qui presenti da consigliare come semina, ove disponibili i semi sul mercato, oppure da trapiantare o comunque favorire, nel prato sotto gli ulivi, ma anche e soprattutto in bordure, margini, scarpate, possibilmente prossimi alle cavedagne e sentieri.

*Allium vineale* L.

*Astragalus monspessulanus* L. subsp. *monspessulanus*

*Calendula arvensis* (Vaill.) L.

*Capparis spinosa* L.

*Chondrilla juncea* L.

*Coronilla scorpioides* (L.) W.D.J. Koch

*Cotinus coggygria* Scop.

*Crepis setosa* Haller f.  
*Delphinium consolida* L. subsp. *consolida*  
*Dittrichia viscosa* (L.) Greuter subsp. *viscosa*  
*Erodium cicutarium* (L.) L'Hér.  
*Eryngium campestre* L.  
*Filago pyramidata* L.  
*Galium mollugo* L.  
*Helminthotheca echioides* (L.) Holub  
*Lathyrus hirsutus* L.  
*Leucanthemum pallens* (J. Gay ex Perreym.) DC.  
*Linum corymbulosum* Rchb.  
*Lysimachia foemina* (Mill.) U. Manns & Anderb.  
*Malva setigera* K.F. Schimp. & Spenn.  
*Mentha spicata* L.  
*Mentha suaveolens* Ehrh. subsp. *suaveolens*  
*Muscari comosum* (L.) Mill.  
*Muscari neglectum* Guss. ex Ten.  
*Petrorhagia prolifera* (L.) P.W. Ball & Heywood  
*Pulicaria dysenterica* (L.) Bernh.  
*Sambucus ebulus* L.  
*Sinapsis arvensis* L. subsp. *arvensis*  
*Spartium junceum* L.  
*Teucrium chamaedrys* L. subsp. *chamaedrys*  
*Tordylium maximum* L.  
*Torilis helvetica* (Jacq) C.C. Gmel.

*Trifolium angustifolium* L. subsp. *angustifolium*

*Vicia sativa* L.



## 4. Conclusioni

Alla luce dei risultati raggiunti nell'ambito di questo progetto, è possibile trarre le seguenti conclusioni principali:

- La carta di vocazionalità all'olivo, ricostruita utilizzando fattori geologici, geomorfologici, botanici e climatici, considerando gli scenari climatici attuali, ha mostrato una ottima corrispondenza con gli uliveti e i siti con piante singole attualmente presenti nell'area. A partire da questo, questa carta può essere un efficace strumento per identificare quelle porzioni di territorio maggiormente adatte alla coltivazione dell'olivo, secondo le condizioni climatiche attualmente presenti. Secondo questa carta, circa un quarto del territorio risulta essere, ad oggi, adatto alla coltivazione di olivi: queste aree corrispondono normalmente a versanti in zone collinari, con pendenza medio-bassa, non esposti verso N, non su fondovalle.
- Secondo le carte di vocazionalità futura ricostruite secondo diversi scenari climatici previsti, l'aumento delle temperature dovuto al cambiamento climatico in atto potrebbe portare a un aumento della porzione di territorio adatto all'olivicoltura, soprattutto verso quote più alte.
- L'analisi degli indici da remoto utilizzati per la valutazione della vigoria delle piante e del contenuto in acqua dei siti con ulivi ha mostrato come, nelle condizioni climatiche attuali, l'apporto d'acqua dalle precipitazioni risulta essere adeguato alla crescita e allo sviluppo degli ulivi nei settori a maggiore vocazione e per mantenerne un buon livello di vigoria.
- La densità radicale, misurata in diversi uliveti campione, ha mostrato differenze significative legate all'età delle piante. I valori massimi di densità radicale si registrano per uliveti con età avanzata, oltre 20 anni, o per uliveti storici ( $0.159 \pm 0.017\%$ ), mentre uliveti giovani, con età inferiore a 20 anni, hanno minore densità radicale. Alla luce di questi risultati, si nota come, data la maggiore densità radicale rispetto agli altri usi del suolo, le piante di ulivo potrebbero garantire una protezione, nei confronti del dissesto superficiale, superiore rispetto a quella di seminativi, incolti con erbe e cespuglieti e vigneti a gestione lavorata dell'interfila, e, nel caso di uliveti con età superiore a 20 anni, anche di vigneti a gestione inerbita dell'interfila. La capacità di protezione degli ulivi risulterebbe, invece, essere inferiore a quella di boschi e vigneti a gestione alternata dell'interfila.
- Per quanto riguarda la qualità dell'olio attualmente prodotto, sulla base della normativa vigente, è definibile, anche in etichetta, effettivamente olio di oliva extra vergine d'oliva.
- La qualità è decisamente buona in alcuni casi, 2-3, dove verosimilmente la cura del processo di produzione è maggiormente seguita.
- La frangitura non realizzata in loco è un problema che andrebbe risolto, con la messa in uso di almeno un frantoio ad uso comune o almeno per le aziende principali.

- La qualità dell'olio prodotto deve essere monitorata con attenzione con analisi chimiche periodiche e su campioni prodotti e mantenuti adeguatamente, ed allargata anche all'analisi organolettica, sempre su base scientifica.
- Un problema da affrontare, a questo punto, può essere anche quello di migliorare la professionalità degli agricoltori, mediante corsi di formazione professionale organizzati ad hoc, meglio se con il coinvolgimento anche dell'Università.

## 5. Disseminazione dei risultati del progetto

Per la disseminazione dei risultati del progetto, sono state messe in atto le seguenti iniziative:

- Pieghevole: a Giugno 2023 (mese 19) è stato realizzato un pieghevole di presentazione del progetto e con indicazioni su dove trovare i contenuti generati dallo stesso. La distribuzione è stata fatta e continuerà anche dopo la fine del progetto, in occasione di congressi, seminari o fiere a cui partecipano i destinatari della divulgazione (vedi: Allegato\_1\_Pieghevole\_OLIO.pdf)
- Convegno finale: è stato organizzato un convegno finale il 16-17 Giugno 2023 (mese 19), con presentazione dei risultati e delle ricadute del progetto e con visite in campo in siti sperimentali del progetto. Il convegno è stato rivolto alla popolazione dell'Oltrepò Pavese, ad agricoltori e a membri di associazioni di categoria (Agronomi, Agrotecnici, Periti Agrari) (vedi: Allegato\_2\_Locandina\_Convegno\_Finale\_OLIO.pdf)
- Pagina web del progetto: a Luglio 2023 (Mese 20), è stata creata una pagina web del progetto, al link: <https://olioltrepo.unipv.it/>. In questa pagina, si trovano indicazioni sui contenuti del progetto, i partner, i principali risultati e le loro ricadute
- Presentazione dei risultati del progetto a convegni nazionali: presentazione di un poster su alcuni dei risultati del progetto, al convegno XII Convegno Nazionale dei Giovani Ricercatori di Geologia Applicata (Urbino, 22-23 Giugno 2023). Titolo del poster: "Which is the contribution of sloping olive yards to shallow slope stability?". Autori: Valerio Vivaldi, Antonio Gambarani, Massimiliano Bordoni, Graziano Rossi, Claudia Meisina (vedi: Allegato\_3\_Poster\_Convegno\_Urbino.pdf)
- Presentazione dei risultati del progetto a convegni internazionali: abstract accettato per presentazione al congresso 6th World Landslides Forum (Firenze, 14-17 Novembre 2023. Titolo dell'abstract: "Contribution of sloping olive yards to slope stability: preliminary results". Autori: Massimiliano Bordoni, Valerio Vivaldi, Graziano Rossi, Claudia Meisina (vedi: Allegato\_4\_Abstract\_Convegno\_WLF6.pdf)

## **6. Ringraziamenti**

Si ringraziano le seguenti aziende per la disponibilità all'esecuzione di scavi e trincee all'interno dei loro uliveti: Azienda Sergio Chiesa, Azienda Uberto Misiani, Azienda Marina Calderara.

## 7. Bibliografia

Bischetti, G.B., Chiaradia, E.A., Epis, T., Morlotti, E. (2009). Root cohesion of forest species in the Italian Alps. *Plant and Soil* 324, 71–89

Bordoni, M., Vercesi, A., Maerker, M., Ganimede, C., Reguzzi, M.C., Capelli, E., Wei, X., Mazzoni, E., Simoni, S., Gagnarli, E., Meisina, C. (2019). Effects of vineyard soil management on the characteristics of soils and roots in the lower Oltrepò Apennines (Lombardy, Italy). *Science of the Total Environment* 693, 133390. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.196>

Wu, T.H. (2012). Root reinforcement of soil: review of analytical models, test results and application to design. *Canadian Geotechnical Journal* 50, 259–274.