

# Mitigazione cambiamento climatico in viticoltura

## Project Design Document

Versione del documento: n. 3 del 15/11/2023

### Indice

1.	Titolo progetto, scopo e obiettivi .....	pg 2
2.	Riferimenti.....	pg 3
3.	Il progetto .....	pg 3
4.	Descrizione dello scenario di baseline .....	pg 8
5.	Descrizione delle attività di progetto .....	pg 8
6.	Valutazione ex-ante dell'aumento degli assorbimenti e della riduzione delle emissioni .....	pg 10
7.	Risorse economiche per la realizzazione del progetto .....	pg 13
8.	Partecipanti al progetto .....	pg 14
9.	Durata del progetto .....	pg 15
10.	Addizionalità e double counting .....	pg 15
11.	Metodologie per il calcolo degli assorbimenti .....	pg 16
12.	Metodologie per il calcolo delle riduzioni delle emissioni .....	pg 19
13.	Assenza di leakage .....	pg 19
14.	Analisi dei rischi e gestione del buffer.....	pg 19
15.	Metodologia di monitoraggio .....	pg 20
16.	Altri benefici ambientali .....	pg 21
17.	Allegati .....	pg 23
18.	Bibliografia .....	pg 24



## 1. Titolo progetto, scopo e obiettivi

Il presente documento ha lo scopo di descrivere il progetto GHG “Mitigazione cambiamento climatico in viticoltura” che riguarda la riduzione delle emissioni e l’aumento del sequestro di carbonio attraverso l’attuazione di pratiche di gestione sostenibile del vigneto realizzate nel comune di Ziano Piacentino, nell’area dei Colli Piacentini, stimando il quantitativo dei crediti VER (Verified or Voluntary Emissions Reduction) generati dal progetto al netto della baseline di riferimento.

Le attività sono state realizzate nell’ambito del progetto Horizon 2020 Ploutos - Data-driven sustainable agri-food value chains (GA 101000594). Ploutos ([www.ploutos-h2020.eu](http://www.ploutos-h2020.eu)) è un progetto di ricerca europeo che ha l’obiettivo di bilanciare la distribuzione del valore lungo le filiere agro-alimentari, stimolando relazioni positive tra i diversi attori coinvolti, es. agricoltori, cooperative, industrie agro-alimentari, fornitori di tecnologie, piccole e medie imprese. Combinando innovazione del comportamento, modelli di business collaborativi e servizi basati su dati, Ploutos mira ad aumentare la trasparenza del flusso delle informazioni e la capacità di gestione.

Il progetto Ploutos prevede azioni sperimentali in diversi Stati europei: Grecia, Olanda, Irlanda, Spagna, Nord Macedonia, Serbia, Cipro, Slovenia, Italia e Francia. In Italia è stata condotta la sperimentazione intitolata ‘Aumentare la sostenibilità del settore viticolo introducendo il pagamento dei Servizi Ecosistemici’. Il caso studio parte dalla considerazione che la gestione sostenibile del vigneto fornisce diversi servizi ecosistemici (benefici multipli che gli ecosistemi offrono all’uomo) all’intera comunità, che possono essere remunerati, attraverso il pagamento dei servizi ecosistemici (PESs). Nei siti pilota di Ziano piacentino sono state attuate pratiche di agricoltura rigenerativa che generano una riduzione delle emissioni di gas serra e un aumento degli assorbimenti di carbonio nel suolo. Tali pratiche generano anche altri servizi eco sistemici (co-benefits), come ad esempio la protezione dell’erosione del suolo e la conservazione della biodiversità.

La gestione agronomica sostenibile è collegata all’adozione da parte dei viticoltori del Sistema di Supporto alle Decisioni (DSS) vite.net®, fornito da Horta srl, che consente un’ottimizzazione delle lavorazioni e dei trattamenti. I DSSs sono piattaforme informatiche che raccolgono, in tempo reale, dati colturali tramite sensori e strumenti di scouting, organizzano questi dati in sistemi cloud, li interpretano per mezzo di tecniche avanzate di modellistica e big data, e li integrano in modo automatico producendo informazioni, allarmi e supporti alle decisioni. Gli utenti usano queste informazioni per la gestione agronomica di precisione delle colture. Anche i dati relativi alle operazioni colturali entrano nei database, in modo da generare un flusso continuo di informazioni sempre aggiornate fra la coltura, il DSS e l’utente. I DSSs non si sostituiscono al tecnico o all’imprenditore agricolo, ma forniscono loro informazioni aggiuntive per migliorare i processi decisionali relativi alla conduzione agronomica della coltura. Grazie all’uso del DSS, le imprese agricole possono realizzare una gestione sostenibile del proprio vigneto, in linea con i moderni principi di sostenibilità economica, ambientale e sociale, con la produzione integrata e l’IPM (Integrated Pest Management). L’uso dei DSSs ha dimostrato di incrementare le rese, le caratteristiche qualitative e la sanità del prodotto, ridurre i costi di produzione e gli impatti negativi sulla salute e sull’ambiente. Il DSS specifico per la viticoltura, vite.net, in uso da diverse aziende in altri areali viticoli italiani ed esteri, ha consentito un risparmio del 35% di prodotti fitosanitari rispetto alla gestione convenzionale, e di ridurre del 22% la carbon footprint.

## 2. Riferimenti

Protocollo per la generazione e la verifica dei crediti di carbonio maturati attraverso pratiche di agricoltura sostenibile (Protocollo Ploutos).

Norma ISO14064:2006-2 Gas a effetto serra. Parte 2 - Specifiche e guida, al livello di progetto, per la quantificazione, il monitoraggio e la rendicontazione delle riduzioni delle emissioni di gas ad effetto serra o dell'aumento della loro rimozione.

Coleman, K., Jenkinson, D. S. (2014). RothC - A model for the turnover of carbon in soil. Model description and users guide (Windows version). [https://www.rothamsted.ac.uk/sites/default/files/RothC\\_guide\\_WIN.pdf](https://www.rothamsted.ac.uk/sites/default/files/RothC_guide_WIN.pdf)

Raccomandazione 2021/2279/UE - Raccomandazione della Commissione del 15 dicembre 2021 sull'uso dei metodi dell'impronta ambientale per misurare e comunicare le prestazioni ambientali del ciclo di vita dei prodotti e delle organizzazioni.

ar-am-tool-07-v1 "Estimation of direct nitrous oxide emission from nitrogen fertilization"

ar-am-tool-03-v3 "Tool to calculate project or leakage CO2 emissions from fossil fuel combustion"

## 3. Il Progetto

### Caratteristiche ecologiche e agronomiche della vite

La vite è una pianta arbustiva rampicante e caducifoglie, con fusto dall'aspetto contorto, appartenente alla famiglia delle Vitaceae. La specie *Vitis vinifera* comprende due sottospecie, la *V. vinifera silvestris* (a cui appartengono le viti selvatiche dell'Europa centrale e meridionale, dell'Asia occidentale e dell'Africa settentrionale) e la *V. vinifera sativa* (a cui appartengono le viti coltivate, suddivise in orientali e mediterranee).

Attualmente la vite è presente in tutti i continenti ad eccezione dell'Antartide, per cui è una delle specie vegetali più cosmopolita esistente. La vite è una pianta eliofila; nelle basse latitudini la disponibilità di radiazione solare è sufficiente per assicurare la sua produzione. In Europa la vite viene coltivata nelle regioni centrali e meridionali; in Asia nelle regioni occidentali (in Anatolia, Caucaso e Medio Oriente) ed in Cina; in Africa è coltivata nelle regioni settentrionali ed in Sudafrica; nel Nordamerica viene coltivata soprattutto in California, ma anche nel Nuovo Messico, Stato di New York, Oregon, Stato di Washington, Columbia Britannica; viene coltivata in Messico e alcune aree circoscritte ed in Sudamerica nel Cile, in Argentina, Uruguay e Brasile; viene coltivata anche in Oceania, in Australia e Nuova Zelanda.

La coltivazione della vite in Italia meridionale sembra risalire, con piena corrispondenza tra dati letterari ed archeologici, alla media età del Bronzo (intorno alla metà del II millennio a.C.). In Italia settentrionale invece, fin dall'avanzata età del Bronzo appare ben attestata solo la coltivazione di uva selvatica nelle vicinanze degli insediamenti, per scopi alimentari e per una probabile integrazione zuccherina delle bevande fermentate ricavate dal succo di bacche (corniolo, sambuco, mora di rovo) e frutti (sorba).

La vite è una pianta perenne, il suo ciclo vitale è di circa 40 anni. I primi tre anni dell'impianto non sono produttivi, la pianta è poi stabilmente produttiva fino al 25° anno, momento in cui, in media, inizia la fase di vecchiaia.

*Ciclo annuale:* Durante l'anno, la pianta attraversa fasi fenologiche diverse, sia per quanto riguarda la fase vegetativa che quella riproduttiva (formazione dei frutti).

La fase vegetativa della pianta è caratterizzata dalle fasi di: i) accrescimento vegetativo, fase che va da marzo-aprile (germogliamento) a inizio agosto, momento in cui si arresta la crescita dei germogli; ii) periodo di agostamento o lignificazione dei germogli (comincia ad agosto e finisce a novembre – dicembre); iii) periodo di riposo invernale (nel periodo da dicembre a aprile).

La fase riproduttiva è caratterizzata da: i) lo sviluppo dei germogli uviferi nati da gemme ibernanti, differenziatesi l'anno precedente, la fioritura e allegagione (fine maggio – inizio giugno); ii) l'accrescimento acini (metà giugno – agosto) e la maturazione delle bacche (agosto – settembre); iii) la formazione e differenziazione delle gemme ibernanti per l'anno successivo, che avviene a partire da maggio all'ascella delle foglie del germoglio dell'anno.

*Forme di allevamento:* Le forme di allevamento della vite sono diverse da zona a zona a seconda della tradizione. Le forme di allevamento si differenziano per l'altezza da terra dei rami a frutto, alla direzione nello spazio (verticale, orizzontale, oblique o a tetto), alla potatura corta o lunga. La viticoltura moderna predilige forme di allevamento che massimizzino la produzione in termini qualitativi e quantitativi (agendo su densità di impianto, numero di gemme per metro lineare, superficie fogliare totale e produzione per ceppo), che diminuiscano la pressione delle ampelopatie e che rendano meccanizzabili molte operazioni.

*Gestione del suolo:* La gestione del suolo ha principalmente lo scopo di contenere le erbe infestanti, migliorare le proprietà fisiche e biologiche del suolo e influenzare positivamente l'equilibrio vegeto/produttivo della vite. Le tecniche applicate sono varie, in generale la gestione del suolo può essere realizzata tramite: i) lavorazioni del terreno: effettuate con macchine quali estirpatori, zappatrici, frese, erpicatori; ii) non lavorazione: in cui si realizza il controllo chimico delle infestanti su tutta la superficie del vigneto; iii) inerbimento: consiste nel mantenere una copertura vegetale erbacea del vigneto, utilizzando essenze erbacee spontanee o seminate.

*Potatura:* La potatura viene realizzata nel periodo di riposo vegetativo, e ha la funzione di dare una forma alla pianta e mantenerla nel tempo; rendere costante nel tempo la produzione, conservando il potenziale produttivo; ottenere una produzione di qualità.

La potatura verde, invece, comprende gli interventi realizzati sulle piante durante il periodo vegetativo e che permettono al viticoltore di gestire in maniera ottimale la chioma. La potatura verde permette l'asportazione di germogli, foglie e gemme, con lo scopo di ottenere la sistemazione desiderata della chioma per dirigere lo sviluppo della vegetazione nello spazio; migliorare l'allegagione; permettere il passaggio delle macchine tra i filari; arieggiare i grappoli e migliorare così il microclima, limitando le fitopatie; facilitare la vendemmia.

Altre operazioni realizzate in vigneto durante il periodo vegetativo sono: la spollonatura; il diradamento germogli; la cimatura; la legatura; la defogliatura.

*Concimazione:* La concimazione consiste nell'apporto al terreno di fertilizzanti, ossia di qualsiasi materiale organico o inorganico, naturale o sintetico che, per il suo contenuto in elementi nutritivi o per le sue particolari caratteristiche chimiche, fisiche o biologiche contribuisce al nutrimento delle piante coltivate o al miglioramento della fertilità del terreno. La concimazione deve essere effettuata all'impianto (concimazione di fondo) e ogni anno successivo all'impianto (concimazione di allevamento e di produzione), in base alle caratteristiche del terreno e i fabbisogni della pianta.

*Irrigazione:* La vite è una pianta con limitate esigenze idriche, ma in alcune zone viticole, laddove la piovosità e il terreno non garantiscano una sufficiente presenza di acqua, è necessario ricorrere all'irrigazione per evitare lo stress idrico. Lo stress idrico della vite può avere effetti più o meno gravi a

seconda della fase fenologica della vite in cui si manifesta, compromettendo la quantità o qualità della produzione.

**Avversità biotiche:** Le malattie fungine sono sicuramente quelle che determinano, o possono determinare, i maggiori danni alla vite: le più importanti sono la peronospora (*Plasmopara viticola*), l'oidio (*Erysiphe necator*) e la botrite (*Botrytis cinerea*), cui si aggiungono il black rot (*Guignardia bidwellii*), l'escoriosi (*Phomopsis* spp.), il mal dell'esca e i marciumi radicali.

Anche gli insetti fitofagi possono recare danno alla vite. Tra le avversità si distinguono: fitofagi che causano un danno diretto (danneggiano direttamente la parte economicamente importante della vite, ossia il grappolo); fitofagi che causano un danno indiretto (danneggiano parti non commerciali della pianta, es. foglie e radici). I principali insetti carpo-fagi sono: tignola dell'uva (*Eupoecilia = Clysia ambiguella*); tignoletta dell'uva (*Lobesia botrana*); eulia (*Argyrotaenia pulchellana*). I principali insetti fitomizi sono: cicalina verde (*Empoasca vitis*); cicalina gialla (*Zygina rhamni*); tripidi della vite (*Drepanothrips reuteri*, *Frankiniella occidentalis*); cocciniglie; fillossera della vite (*Viteus vitifoliae*). Esistono poi insetti vettori di agenti patogeni, quali: *Scaphoideus titanus* (vettore della flavescenza dorata); *Hyalesthes obsoletus* (vettore del legno nero).

**Avversità abiotiche:** Le avversità abiotiche sono rappresentate dalle difficili condizioni climatiche, dalle alterazioni dovute a carenze o eccessi nutrizionali e idrici, da un errato uso di fitofarmaci o dagli inquinanti atmosferici. Le principali avversità meteoriche sono il gelo, la grandine e l'eccesso di calore (scottature).

### **Inquadramento geografico, pedologico e climatico dell'area**

L'ambito territoriale specifico del progetto è il comune di Ziano Piacentino (PC) in Val Tidone (Fig. 1). La Val Tidone è stata modellata dal torrente Tidone, al confine tra le province di Piacenza e Pavia; confina ad Est con la Val Trebbia e ad Ovest con l'Oltrepò Pavese. A Sud prende origine dalle pendici del Monte Penice e si estende verso Nord attraverso un morbido paesaggio collinare ricoperto da vigneti, tratto caratteristico di questa valle. Assieme alle altre valli del piacentino, la Val Tidone rientra nella DOC dei Colli Piacentini, una zona vitivinicola relativamente omogenea che ha creato una serie di vini a Denominazione di Origine Controllata, conosciuta appunto come la DOC dei Colli Piacentini. Le principali varietà di uva coltivate in questo areale sono: Croatina, Barbera, Cabernet Sauvignon, Chardonnay, Malvasia, Pinot grigio, Pinot nero, Sauvignon.

Il comune di Ziano Piacentino occupa una superficie di 32,9 km<sup>2</sup>; il territorio comunale è pressoché interamente racchiuso nella fascia collinare delle prime propaggini dell'Appennino ligure, al limitare dell'alta pianura con un'altimetria che varia dai 120 ai 350 m s.l.m.



Fig. 1 Localizzazione del comune di Ziano Piacentino nel territorio nazionale.

Al fine di inquadrare meglio il territorio, ed eventualmente definire aree omogenee dal punto di vista meteorologico, è stata eseguita una analisi utilizzando, in prima istanza, il DEM (Digital Elevation Model) e, successivamente, alcuni indici bioclimatici relativi alla coltivazione della vite.

Il DEM fornisce la rappresentazione della distribuzione delle quote di un territorio, con risoluzione spaziale a 5 metri; i dati riferiti al comune di Ziano Piacentino sono stati scaricati dal Geoportale della Regione Emilia Romagna (<https://geoportale.regione.emilia-romagna.it/>). Attraverso la una Cluster Analysis effettuata sui valori di altitudine ottenuti dal DEM, sono state determinate 5 classi, distribuite come mostrato nella seguente mappa (Fig. 2), con scala colore dal verde chiaro (valori di altitudine più bassi) al rosso (valori di altitudine più alti).

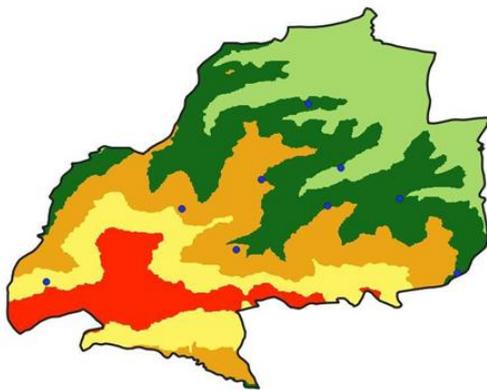


Fig. 2 Mappa clusterizzata, con 5 classi, relativa all'altitudine. I valori variano dal verde chiaro al rosso, con altitudine crescente (verde chiaro = altitudine minore, rosso = altitudine maggiore).

Per il calcolo degli indici bioclimatici e l'individuazione delle aree omogenee sono stati utilizzati dati meteorologici registrati dalle 12 stazioni meteo presenti sul territorio (figura 3) e dati spazializzati.

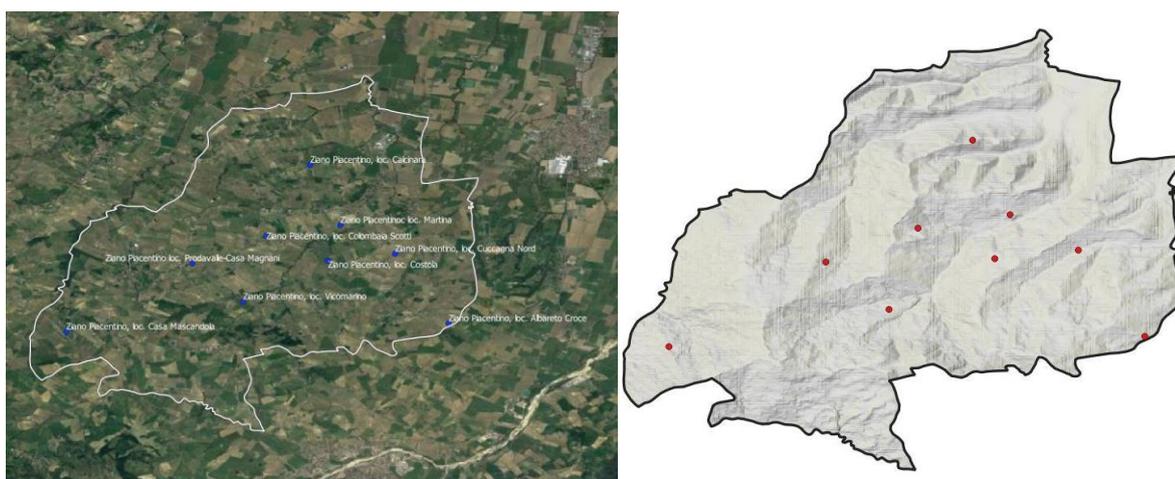


Fig. 3 a) Distribuzione delle stazioni meteo (punti rossi) sul comune di Ziano Piacentino (perimetro delimitato dalla linea bianca); b) Distribuzione delle stazioni meteo (punti rossi) su mappa rilievo.

Per l'individuazione delle aree omogenee, sono poi stati considerate le seguenti variabili: Indice di Huglin, indice di Winkler, Temperatura media annuale 2020, facendo riferimento in questo ultimo caso sia a

dati spazializzati sia a dati puntuali delle stazioni meteo. Per tutte le stazioni meteo sono state calcolate le precipitazioni totali, la media delle temperature medie, massime e minime giornaliere e la media delle escursioni termiche giornaliere. Sono stati poi calcolati gli indici di Huglin e Winkler, due indici bioclimatici caratteristici per la vite, che si basano su sommatorie termiche durante la stagione vegetativa. L'indice di Huglin (Huglin, 1978) riporta il valore cumulato della somma di due scarti giornalieri, calcolati rispettivamente tra: la temperatura media giornaliera e lo zero di vegetazione (10 gradi); la temperatura massima giornaliera e lo zero di vegetazione. L'indice di Winkler (Winkler et al. 1974) riporta il valore cumulato delle differenze giornaliere tra le temperature medie e lo zero di vegetazione (10 gradi). Entrambi gli indici sono stati calcolati utilizzando i dati meteo di ogni stazione presente nel territorio di riferimento, per le stagioni 2019 e 2020, considerando il periodo tra il 1° aprile, ed il 30 settembre per l'indice di Huglin, e il periodo tra il 1 aprile e il 31 ottobre per l'indice di Winkler.

Gli indici di Huglin e Winkler e la temperatura media annuale del 2020, sono stati spazializzati (risoluzione spaziale impostata a 5 metri) utilizzando il metodo dell'Inverse Weighted Distance (IDW) al fine di effettuare una ulteriore Cluster Analysis sulle 3 variabili considerate, e individuare classi omogenee caratterizzate da valori simili. Le quattro aree identificate dall'analisi sono riportate in figura 4, e sono state denominate Casa Mascandola, Albareto Croce, Colombaia Scotti e Calcinara.



Fig 4 Mappa clusterizzata su 4 classi per le variabili Temperatura media annuale (2020), Indice di Huglin, indice di Winkler (media tra 2019 e 2020). I punti colorati rappresentano le stazioni meteo divise tra i 4 gruppi individuati con Cluster Analysis sui dati puntuali delle stazioni meteo, in scala di grigio si riportano i cluster individuati con i dati spazializzati.

Per quanto riguarda il suolo invece, dalla Carta dei Suoli dell'Emilia- Romagna (<https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartpedo/index.jsp?liv=3>) a livello di dettaglio 1:250.000 si evince che il comune di Ziano Piacentino è costituito per la maggior parte dal tipo di suolo 5Cb, di Vicobarone, Montalbo, Fontanino. Il suolo ha pendenza tipica tra 15 e 25%, è molto profondo e ha tessitura fine, in genere con moderata disponibilità di ossigeno. I materiali presenti derivano principalmente da rocce calcaree-marnose e pelitico-arenacee per la presenza della Formazione della Val Luretta. Le consociazioni di suolo presenti nel territorio sono mostrate dalla Carta dei Suoli dell'Emilia Romagna in scala 1:50.000, come in figura 5. mentre lo scheletro nel terreno è presente per dal 10 al 25% (<https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/topsoil-physical-properties-europe-based-lucas-topsoil-data>) e il contenuto di carbonio organico varia dall'1,3 % al 2% (<https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/topsoil-physical-properties-europe-based-lucas-topsoil-data>).

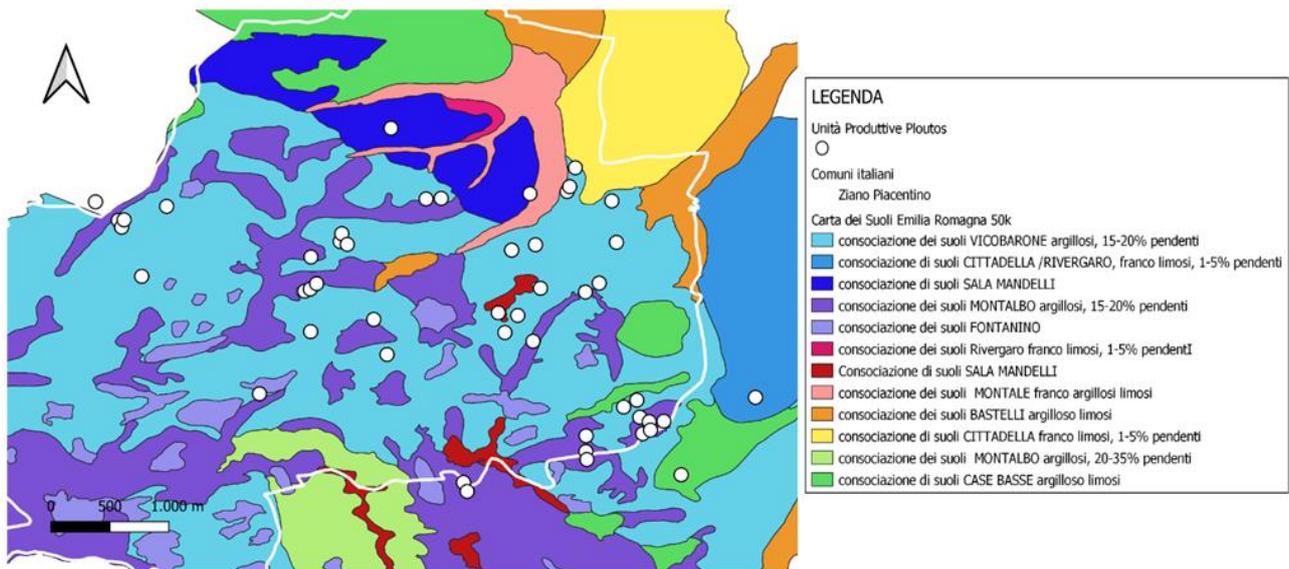


Fig 5 Carta dei suoli dell'Emilia-Romagna, dettaglio relativo al comune di Ziano Piacentino.

#### 4. Descrizione dello scenario di baseline

Come descritto in precedenza, in vigneti gestiti la vite viene sottoposta annualmente ad operazioni di gestione della chioma che consistono in una prima potatura invernale (tra novembre e febbraio), successive spollonature e cimature verdi (che eliminano parti di chioma eccedenti durante lo sviluppo vegetativo) e una raccolta dell'uva finale.

Ai fini di contenere le erbe infestanti e migliorare la praticità di altre operazioni colturali, nel territorio di progetto (e nei territori limitrofi), il suolo dei vigneti viene comunemente lavorato più volte l'anno con macchine quali estirpatori, zappatrici, frese, erpicatori.

Per difendere la vite dagli attacchi dei principali funghi e insetti dannosi invece vengono effettuati trattamenti di difesa con prodotti chimici. Tradizionalmente i trattamenti vengono eseguiti a intervalli fissi durante tutto il periodo vegetativo, in base alle indicazioni fornite dalle stesse aziende produttrici dei prodotti chimici. Di conseguenza, indipendentemente dalle condizioni specifiche delle diverse annualità, nel territorio del progetto vengono effettuati 10-11 trattamenti all'anno.

#### 5. Descrizione delle attività di progetto

Le aziende partecipanti al progetto, sensibili alla necessità di ridurre/razionalizzare l'uso di mezzi tecnici e di preservare la risorsa suolo, hanno deciso di adottare pratiche agricole più sostenibili. A tal fine, le aziende coinvolte si avvalgono del supporto del DSS vite.net®, che grazie alle informazioni fornite da diversi modelli e conoscenza esperta, fornisce informazioni sito specifiche relative alle reali condizioni di rischio

fitosanitario, consentendo una razionalizzazione degli input dei mezzi tecnici e supportando pratiche di agricoltura rigenerativa.

Le funzionalità presenti nel DSS riguardano le principali avversità biotiche e abiotiche:

- Modelli per le infezioni primarie e secondarie di *Plasmopara viticola* (Rossi et al. 2008 e Caffi et al. 2013): questi modelli simulano il comportamento della dormienza dell'inoculo svernante, seguono la dinamica di ciascuna coorte di oospore così come delle coorti di lesioni sporulanti, individuano i periodi di rischio per le infezioni, definiscono una "finestra" di possibile comparsa dei sintomi, calcolano la presenza e la sopravvivenza dell'inoculo all'interno del vigneto.
- Modelli per le infezioni primarie e secondarie di *Erysiphe necator*: (Caffi et al. 2011 e 2012) questi modelli simulano il comportamento della dormienza dell'inoculo svernante, gli eventi di rilascio delle ascospore dai casmoteci, individuano i periodi di rischio per le infezioni, definiscono una "finestra" di possibile comparsa delle infezioni, generano un indice di rischio che sintetizza l'andamento delle infezioni secondarie di oidio durante la stagione anche in funzione della suscettibilità dell'ospite al patogeno legata alla resistenza ontogenetica.
- Modello di previsione dell'evoluzione delle epidemie di *B. cinerea* (González-Domínguez et al. 2015 e 2019): sulla base dei dati meteorologici e dello stadio di sviluppo della vite, il modello è in grado di predire il rischio d'infezione durante due periodi di suscettibilità della pianta ospite. Durante il primo periodo, da BBCH 53 a BBCH 73, il modello calcola il rischio per le infezioni provocate dai conidi sulle infiorescenze e sui giovani grappolini; durante il secondo periodo, da BBCH 79 a BBCH 89, il modello stima il rischio per le infezioni causate dai conidi sui grappoli in maturazione e dal micelio da bacca a bacca.
- Modello per le infezioni di *Guignardia bidwelli* (Rossi et al. 2015): questo modello simula il comportamento della dormienza dell'inoculo svernante (diverse forme: ascospore e conidi), gli eventi di rilascio delle ascospore dai pseudotecii e dei conidi dai picnidi, individua i periodi di rischio per le infezioni e definisce una "finestra" di possibile comparsa delle lesioni e successivamente dei picnidi secondari su foglia e grappoli.
- Modelli per gli insetti (tignoletta, cocciniglia farinosa e *Scaphoideus titanus*): questi modelli restituiscono la dinamica di popolazione degli insetti permettendo di capire quale stadio di sviluppo sia maggiormente presente in un determinato momento.
- Modelli per gli stress abiotici: danni da gelo, danni da scottature e stress idrico delle piante.
- Modelli per lo sviluppo della pianta: simulano la dinamica di emissione delle foglie e di sviluppo riproduttivo (dallo stadio di infiorescenze visibili a grappoli maturi).

Altre funzionalità riguardano la distribuzione dei prodotti fitosanitari, la durata dell'efficacia (preventiva e curativa) dei prodotti fitosanitari distribuiti, la stampa del quaderno di campagna, il calcolo della sostenibilità del processo produttivo del vigneto (attraverso specifici indicatori di sostenibilità).

Utilizzando questo strumento, le aziende effettueranno i trattamenti fitosanitari sulle colture solo quando effettivamente necessario in base alle specifiche condizioni meteo stagionali e territoriali (ad esempio quando è prevista una pioggia potenzialmente infettante per le principali malattie fungine). In media si prevede una riduzione dell'uso dei mezzi tecnici del 30%.

Per la gestione del suolo invece, le aziende hanno adottato la pratica dell'inerbimento (spontaneo o artificiale, temporaneo o permanente in base alle specifiche necessità aziendali) che coprirà (in parte o totalmente) la superficie del suolo, ridurrà l'erosione e la compattazione del suolo e nel medio termine aumenterà la sostanza organica. Di conseguenza anche la struttura del suolo e la sua capacità di ritenzione idrica miglioreranno, diminuendo gli effetti della siccità.

## 6. Valutazione *ex-ante* dell'aumento degli assorbimenti e della riduzione delle emissioni

Le valutazioni *ex-ante* dell'incremento dell'assorbimento di carbonio e delle riduzioni delle emissioni derivante dalla realizzazione delle attività di progetto sono state fatta per un periodo di 10 anni.

### Previsione degli assorbimenti di carbonio

Le simulazioni degli assorbimenti di carbonio per lo scenario di baseline e per lo scenario di progetto sono state realizzate avvalendosi del modello RothC, come specificato nel capitolo 11. Lo scenario di baseline e lo scenario di progetto si differenziano per la gestione colturale, mentre la parte meteorologica e pedologica sono considerate uguali nei due scenari, in quanto rappresentative del territorio di progetto.

Inizialmente è stato definito un anno medio meteorologico, utilizzando i dati storici del ventennio dal 2001 al 2021 per le coordinate di Ziano Piacentino nelle mappe interpolate di Radarmeteo s.r.l. I dati meteo dell'anno medio così ottenuto sono rappresentati in figura 6. I dati dell'anno medio così definito sono stati utilizzati nelle simulazioni del modello RothC, sia per lo scenario di baseline che per lo scenario di progetto.

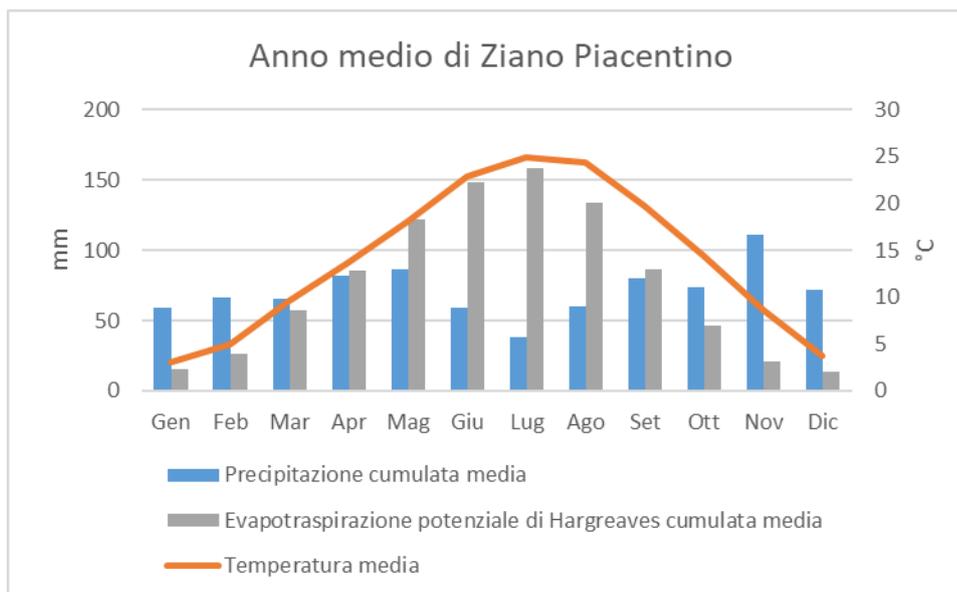


Fig 6 Grafico illustrante la media dei dati meteo di Ziano Piacentino negli anni 2001-2021. I dati così calcolati sono stati utilizzati come anno medio rappresentativo della situazione climatica della zona, e utilizzati per le simulazioni a 10 anni, per lo scenario di baseline e per lo scenario di progetto.

Le caratteristiche del terreno utilizzate sono rappresentative del territorio del comune di Ziano Piacentino, e sono mantenute uguali sia per lo scenario di baseline sia per lo scenario di progetto. Le caratteristiche considerate sono: un contenuto di carbonio organico dell'1,84%, un contenuto di argilla del 31,43%, una densità apparente di  $1,06 \text{ g cm}^{-3}$ , la profondità dello strato di suolo considerata è quella convenzionale di 30 cm.

Sia per lo scenario di baseline che per lo scenario di progetto, sono state definite le operazioni colturali tipiche realizzate dai viticoltori nei diversi periodi della stagione colturale: i calendari rappresentativi delle operazioni colturali sono dettagliati in Tab 1. Gli input di carbonio considerati nelle simulazioni in corrispondenza di ogni operazione colturale sono coerenti con i valori dettagliati in Allegato 1, e dettagliati in Allegato 2.

Tab 1 Definizione dei dati utilizzati per le simulazioni a 10 anni. Per ogni mese, sono indicate le operazioni colturali considerate per lo scenario di baseline e per lo scenario di progetto.

Mese	Mese simulazione	Scenario innovativo	Scenario baseline
ott	1	-	-
nov	2	-	-
dic	3	-	-
gen	4	-	-
feb	5	potatura	potatura
mar	6	trinciatura sarmenti	trinciatura sarmenti e erba interfila + vangatura interfila
apr	7	-	-
mag	8	vangatura + trinciatura erba interfila + spollonatura	fresatura + spollonatura
giu	9	cimatura	-
lug	10	fresatura	cimatura + fresatura
ago	11	cimatura + trinciatura erba fila	-
set	12	raccolta	raccolta

Utilizzando i dati sopra descritti come input per il modello RothC, si ottiene una stima del carbonio organico del suolo (SOC) per il decennio dal 2021 al 2030 per i due scenari (Fig 5).

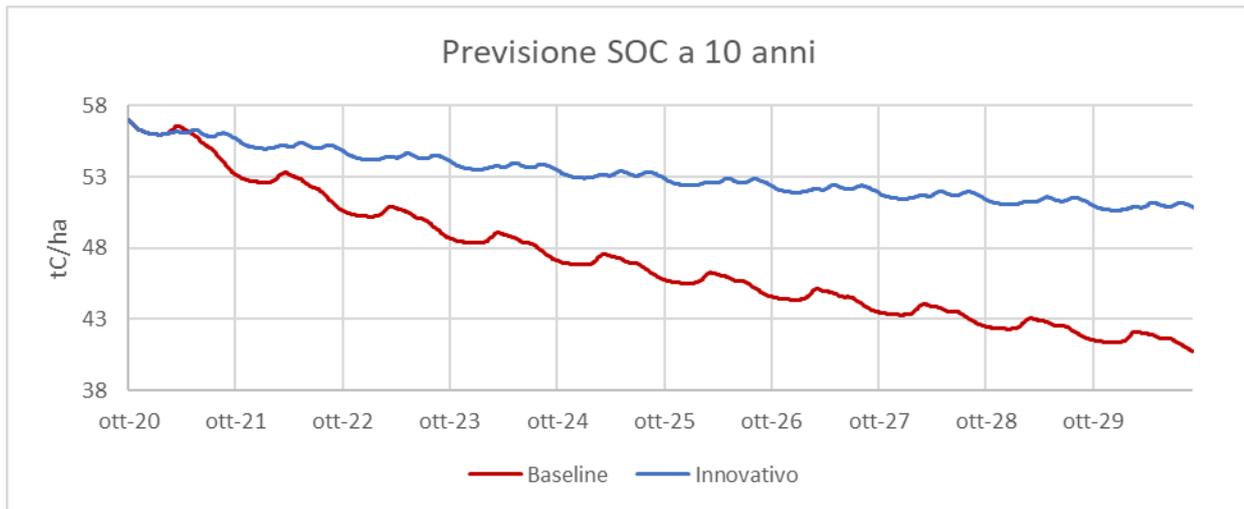


Fig 5 Previsione di SOC (Soil Organic Content) per lo scenario di baseline (linea rossa) e lo scenario di progetto (linea azzurra), ottenuta dal modello RothC.

Trasformando la differenza di SOC tra i due scenari in tonnellate di anidride carbonica equivalente, utilizzando i pesi atomici, e considerando la superficie di 325,8 ha coinvolta nelle attività di progetto, si ottiene un valore di 13.993 tCO<sub>2</sub> (tab 2). Questa cifra rappresenta quindi la valutazione *ex-ante* dell'incremento dell'assorbimento di carbonio che sarà ottenuto grazie alla realizzazione delle attività di progetto in dieci anni.

Tab 2 Previsioni annuali di sequestro di carbonio per i 10 anni di progetto, calcolati su 325,8 ha.

Periodo	Sequestro in CO <sub>2</sub> per ettaro (tCO <sub>2</sub> eq/ha)	Assorbimenti totali (tCO <sub>2</sub> eq)
2021	10,39	3.386
2022	7,07	2.304
2023	5,24	1.706
2024	4,11	1.339
2025	3,41	1.112
2026	2,97	968
2027	2,68	874
2028	2,49	810
2029	2,34	764
2030	2,24	728
Decennio	Media assorbimento annuo: 4,29	Totale assorbimenti: 13.993

### Previsione della riduzione delle emissioni

La previsione della riduzione delle emissioni è stata stimata considerando i calendari delle lavorazioni medie in tabella 1, e i trattamenti di difesa e le fertilizzazioni che rappresentano una gestione media del vigneto del territorio:

- per lo scenario di baseline sono stati considerati 10 trattamenti di difesa fitosanitaria, e nessuna fertilizzazione azotata;
- per lo scenario innovativo sono stati considerati 8 trattamenti di difesa fitosanitaria e nessuna fertilizzazione azotata.

Le previsioni delle emissioni di carbonio per lo scenario di baseline e per lo scenario di progetto sono state realizzate avvalendosi della metodologia PEF (Product Environmental Footprint), come specificato nel capitolo 12, e utilizzando i coefficienti dettagliati in Allegato 3. Considerando la differenza di emissioni di carbonio tra i due scenari, in tonnellate di anidride carbonica equivalente, e considerando la superficie di 325,8 ha coinvolta nelle attività di progetto, si ottiene un valore di 1.557 tCO<sub>2</sub> (tab 3). Questa cifra rappresenta quindi la valutazione *ex-ante* della riduzione delle emissioni di carbonio che sarà ottenuto grazie alla realizzazione delle attività di progetto in dieci anni.

Tab 3 Previsioni annuali di riduzione delle emissioni per i 10 anni di progetto, calcolate su 325,8 ha.

Periodo	Emissioni evitate per ettaro (tCO <sub>2</sub> eq/ha)	Emissioni evitate totali (tCO <sub>2</sub> eq)
2021	0,48	156
2022	0,48	156
2023	0,48	156
2024	0,48	156
2025	0,48	156
2026	0,48	156
2027	0,48	156
2028	0,48	156
2029	0,48	156
2030	0,48	156
Decennio	Media annua emissioni evitate: 0,48	Totale emissioni evitate: 1557

Nel complesso, considerando sia gli assorbimenti di carbonio, che le emissioni evitate, nei 10 anni di progetto si stima un totale di 15.550 tCO<sub>2</sub>eq.

## 7. Risorse economiche per la realizzazione del progetto

Non applicabile in quanto tra i criteri di addizionalità non viene considerato il progetto non considera la barriera finanziaria.

## 8. Partecipanti al progetto

Il proponente del progetto, di seguito nominato “Proponente” è l’Associazione Sette Colli di Ziano. L’Associazione Sette Colli di Ziano sarà anche il detentore dei crediti. Si tratta di un’associazione di promozione sociale costituita da alcuni viticoltori nel comune di Ziano Piacentino. Le aziende vitivinicole associate che partecipano al progetto hanno realizzato le attività di gestione sostenibile dei propri vigneti.

Al progetto partecipano 15 aziende vitivinicole, situate nell’area del comune di Ziano Piacentino, (o appena fuori dai confini del comune) che appartengono all’Associazione Sette Colli di Ziano. I vigneti delle aziende coinvolte sono disposti nel territorio del comune come in figura 6, e rappresentano un totale di 325,8 ha.

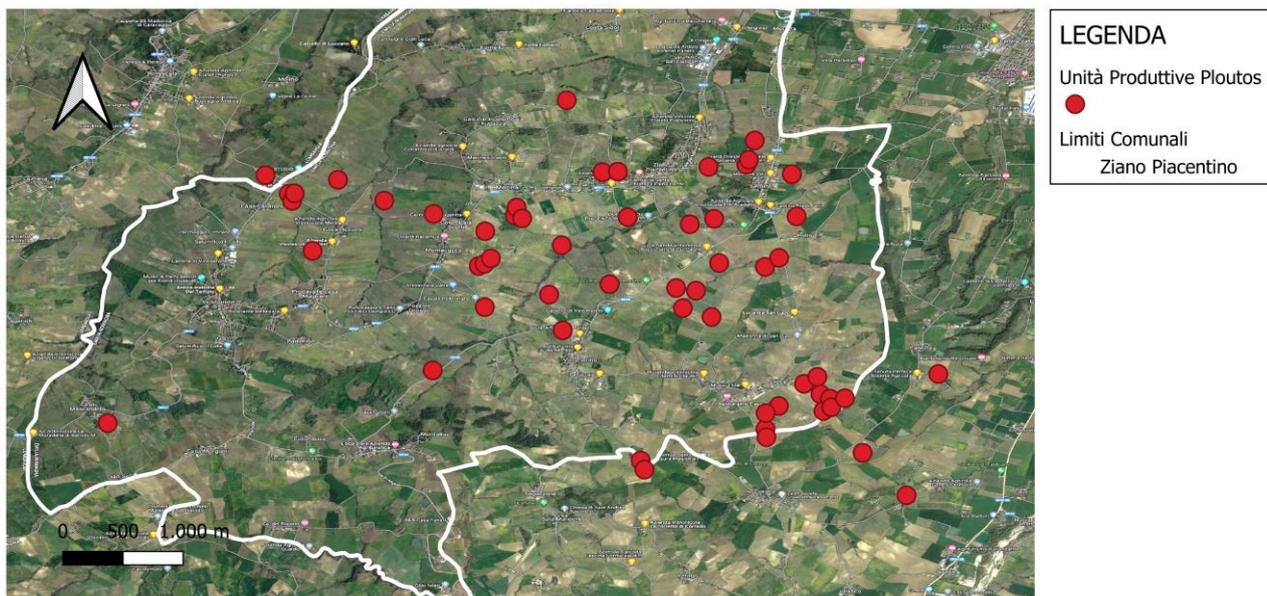


Fig 6 Mappa illustrante la localizzazione dei vigneti delle aziende vitivinicole coinvolte nel progetto.

Le aziende vitivinicole coinvolte nel progetto sono:

Az. Agr. Gaiaschi Terenzio E C, Loc. Colombaia Guffanti 198 - 29010 Ziano Piacentino (PC)

Az. Agr. San Lorenzo S.S., Via San Lorenzo Di Albareto - 29010 Ziano Piacentino (PC)

Az. Vitivinicola Badenchini S.S., Loc. Albareto 89/A - 29010 Ziano Piacentino (PC)

Azienda Agricola Malvicini, Viale Dei Mille, 37 - 29010 Ziano Piacentino (PC)

Azienda Agricola Michelotti Stefano, Località Belguardo 193 - 29010 Ziano Piacentino (PC)

Azienda Agricola Piacentini Emanuel, Via Don Milani 4 - 29011 Borgonovo Val Tidone (PC)

Azienda Vitivinicola Formaggini Marco & Peveri Katia S.S., Loc. Casa Pallaroni 21 - 29010 Ziano Piacentino (PC)

Azienda Vitivinicola Rossi Terre Di Cuccagna Soc. Agr., Loc. Cuccagna Di Seminò, 170 - 29010 Ziano Piacentino (PC)

Civardi Oreste E Daniele Società Agricola, Località Seminò 2 - 29010 Ziano Piacentino (PC)

Daturi Renzo E Massimo S.S., SS 37, Via Casa Mazzi - 29010 Ziano Piacentino (PC)

Molinelli Vini Società Agricola S.S., Loc. Seminò, 13 - 29010 Ziano Piacentino (PC)

Mossi Aziende Agricole Vitivinicole Srl, Località Albareto, 80 - 29010 Ziano Piacentino (PC)

Società Agricola Marasi Daniele E Loretta, Loc. Vicomarino, 142/B - 29010 Ziano Piacentino (PC)

Tenuta Pernice Società Agricola, Località Pernice 283, Castelnuovo Val Tidone - 29011 Borgonovo Val Tidone (PC)

Vitivinicola Valla Di Davide Valla, Via Montecucco 229/C - 29010 Ziano Piacentino (PC)

Altri enti coinvolti nello svolgimento delle attività di progetto sono:

- Università Cattolica del Sacro Cuore, Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili (DiProVeS). Il DiProVeS ha tra le tematiche di ricerca le pratiche agricole e la protezione delle piante nell'ambito dell'agricoltura sostenibile. Nel progetto ha svolto il ruolo di coordinamento scientifico delle attività.
- Horta srl, azienda che fornisce servizi altamente qualificati alle filiere agricole e agroindustriali, con lo scopo di aumentarne la competitività e la sostenibilità, e di garantire e accrescere la sicurezza alimentare. Nel progetto ha fornito il proprio DSS vite.net® ai viticoltori coinvolti e ha quantificato i VER prodotti dal progetto.

## 9. Durata del progetto

Il progetto ha preso avvio il 1 ottobre 2020, e considera le stagioni colturali dal 2021 al 2030, per una durata complessiva di 10 anni. Le attività di monitoraggio sono svolte annualmente, dopo la raccolta (cfr. cap 11).

## 10. Addizionalità e double counting

Gli assorbimenti e le emissioni di carbonio presentate in questo progetto derivano dall'adozione di pratiche agricole più sostenibili rispetto a quelle convenzionali, e non sono collegate all'attuazione di alcuna norma o prassi locale.

Il progetto si considera addizionale in quanto supera le barriere all'implementazione. La realizzazione del progetto ha richiesto ai viticoltori un cambio culturale e organizzativo nella gestione dei propri vigneti, al fine di includere la consultazione del DSS e la registrazione delle operazioni realizzate in campo nel proprio processo decisionale relativo alla gestione del vigneto.

Il progetto supera anche barriere all'innovazione, in quanto l'uso del DSS non è al momento diffuso nel territorio di riferimento. Le pratiche applicate sono da considerarsi innovative, e la loro dimostrazione pratica può contribuire alla loro diffusione presso altre aziende.

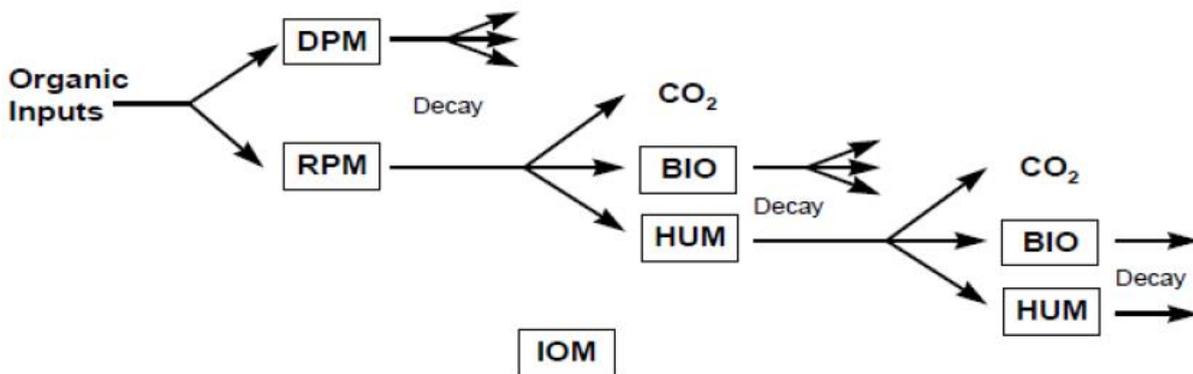
I benefici delle pratiche agronomiche innovative adottate dalle aziende nel progetto non vengono conteggiati in alcuna altra forma di contabilità.

## 11. Metodologie per il calcolo degli assorbimenti

### Il modello RothC

Gli assorbimenti di carbonio nel terreno vengono modellizzati utilizzando il Rothamsted Carbon model (RothC) implementato attraverso l'uso della System Dynamics sul software Vensim PLE, sviluppato durante il progetto di tesi "A system dynamic model to assess exploitability of agricultural residues and effects on soil organic carbon" (Orlando, 2019). Il modello RothC simula i processi legati al carbonio nei suoli agricoli, non tiene in considerazione i processi legati al carbonio nelle eventuali colture presenti sui suoli agricoli. Gli output del modello sono il carbonio organico del suolo (SOC, Soil Organic Carbon) e le emissioni di CO<sub>2</sub> del suolo, ossia la respirazione eterotrofa del suolo.

Ai fini della modellizzazione, il carbonio organico del suolo (SOC) viene suddiviso in pool concettuali o compartimenti (Fig. 7), ognuno con una differente velocità di degradazione della materia organica: Decomposable Plant Material (DPM), Resistant Plant Material (RPM), Microbial Biomass (BIO), Humified Organic Matter (HUM) e Inert Organic Matter (IOM). Ogni compartimento si decompone con un tasso specifico (turnover) in BIO, HUM e CO<sub>2</sub>: turnover dei compartimenti è 0,165 anni (DPM), 2,31 anni (RPM), 1,69 anni (BIO), 49,5 anni (HUM). Il compartimento IOM è resistente alla decomposizione.



**RPM : Resistant Plant Material**  
**DPM : Decomposable Plant Material**  
**BIO : Microbial Biomass**

**HUM : Humified OM**  
**IOM : Inert Organic Matter**

Fig 7 Rappresentazione dei compartimenti di carbonio considerati dal modello RothC e della loro degradazione nel tempo.

I dati di input richiesti dal modello sono di natura meteorologica, pedologica, relativi alla fisiologia e alla gestione della coltura.

I *dati meteo* richiesti sono:

- temperatura dell'aria media mensile (°C),
- precipitazioni mensili (mm),
- evapotraspirazione potenziale mensile (mm).

I dati di temperatura media e precipitazione mensili sono stati calcolati sulla base dei dati giornalieri registrati dalle stazioni meteo della rete di progetto.

L'evapotraspirazione potenziale è stata calcolata con l'equazione di Hargreaves come segue:

$$ET_0 = 0.0023 \cdot R_a \cdot (\hat{T}_{media} + 17.8) \cdot (T_{max} - T_{min})^{0.5}$$

Con  $R_a$  = radiazione astronomica (mm/giorno);  $T_{media}$ ,  $T_{max}$ ,  $T_{min}$  sono rispettivamente le temperature media, massima e minima del giorno (°C) (Hargreaves and Samani, 1982).

I *dati pedologici* richiesti sono:

- il contenuto di argilla (%),
- la densità apparente o "bulk density" (g/cm<sup>3</sup>),
- la profondità dello strato di suolo considerato (cm).

I dati pedologici del territorio di progetto sono stati raccolti dalle mappe regionali ed europee: la Carta del contenuto percentuale di carbonio organico nei suoli dell'appennino emiliano-romagnolo nello strato 0-30 cm ([https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartpedo/carte\\_tematiche.jsp?tem=1#tem1](https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartpedo/carte_tematiche.jsp?tem=1#tem1)) e la mappa ESDAC delle proprietà fisiche del topsoil europeo basato sui dati LUCAS. La profondità del terreno considerata è di 30 cm (<https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/topsoil-physical-properties-europe-based-lucas-topsoil-data>).

I *dati relativi alla coltura* richiesti sono:

- il rapporto DPR/RPM dei residui colturali (stima della propensione della materia organica ad essere decomposta).
- gli input di C da residui colturali sopra e sotto il suolo (tC/ha, definito come peso di biomassa secca moltiplicato per il contenuto % di carbonio del residuo),
- la copertura del suolo da parte della pianta viva (coperto o nudo),
- l'irrigazione efficiente (mm),
- la concimazione organica non di origine vegetale (FYM farmyard manure) (tC/ha).

Per quanto riguarda la stima del carbonio derivante dagli input organici in campo, vengono considerati due tipi di materiali:

- la biomassa erbacea, derivante dalla coltura di copertura o dall'inerbimento spontaneo, ha DPR/RPM di 1,2 e un contenuto di carbonio del 42% sul secco, come da letteratura (Pausch et al., 2018; Zanotelli et al., 2013) e database aziendali di Horta srl, derivanti da prove di campo condotte su diverse specie vegetali, e in particolare su erba medica;
- la biomassa legnosa derivante dalle ramaglie della vite, ha RPM/DPM standard 0,25, quindi più resistente alla degradazione, e un contenuto di carbonio di 42% come da letteratura (Zhang et al., 2021).

Per definire l'input di carbonio mensile dovuto alla presenza di piante erbacee (biomassa erbacea) sono state adottate le seguenti assunzioni:

1. Le piante erbacee sulla fila coprono il 25% del terreno, mentre le piante erbacee dell'interfila coprono il 75% del terreno;
2. Nel momento della trinciatura, si considera l'input di carbonio dalla parte aerea delle piante erbacee, mentre nel momento della lavorazione la pianta intera muore e viene aggiunto anche l'input di carbonio dovuto alle radici delle piante;
3. Se il vigneto adotta la lavorazione meccanica, le piante erbacee sono molto basse, per cui gli input di biomassa dopo la prima lavorazione della stagione sono un decimo rispetto agli input delle piante erbacee normalmente rigogliose;
4. Nel caso delle lavorazioni a file alternate, gli input considerati sono la metà di quelli a lavorazione effettuata su tutta la superficie;
5. Una trinciatura avvenuta entro due mesi dalla precedente non permette la piena ricrescita della pianta, per cui l'input è un decimo delle piante erbacee normalmente rigogliose.

Per definire l'input di carbonio mensile dovuto alla biomassa legnosa (derivante dalle operazioni di gestione della chioma) i vigneti sono stati caratterizzati in due classi di vigore e la biomassa è stata stimata in base all'esperienza di campo acquisita attraverso prove sperimentali condotte presso Horta srl. I valori di input di carbonio e le caratteristiche dei materiali vegetali considerati nei calcoli sono riportati in Allegato 1.

Come menzionato fra le assunzioni, per definire la copertura del suolo si è considerato che: i filari di vite coprono in media un 1/4 del terreno, e le interfile i 3/4. Quindi la maggior parte del vigneto non è coperto dalle piante viventi quando entrambe le interfile sono lavorate. In corrispondenza delle lavorazioni dell'interfila il suolo si considera nudo e rimane scoperto per un mese nel periodo primaverile, mentre per due mesi nel resto dell'anno.

I calcoli considerano anche l'input di carbonio derivato da ammendanti e fertilizzanti organici distribuiti in vigneto, in base alla dose utilizzata registrata nel ROC del DSS vite.net® e il contenuto di carbonio organico totale degli ammendanti dichiarato dai produttori in etichetta o stimato da ammendanti campione.

L'output del modello RothC è il valore di SOC in tC/ha con un timestep mensile. La variazione annuale viene calcolata come la differenza di SOC tra inizio e fine della stagione colturale che per la vite è rappresentata dalla raccolta. La variazione annuale di SOC viene trasformata in tCO<sub>2eq</sub>/ha utilizzando i pesi atomici del carbonio e dell'ossigeno. Il sequestro del carbonio in tCO<sub>2eq</sub>/ha equivale alla differenza di variazione con la baseline e viene moltiplicato per la superficie del vigneto per ottenere il valore complessivo degli assorbimenti in tCO<sub>2eq</sub>.

## 12. Metodologie per il calcolo delle riduzioni delle emissioni

Le emissioni di carbonio generate nella gestione dei vigneti è calcolata secondo la metodologia Product Environmental Footprint (PEF) (Raccomandazione 2021/2279/UE). La PEF è una valutazione multicriterio delle performance ambientali di un prodotto o di un servizio, con un approccio di ciclo di vita.

La categoria d'impatto considerata è 'Climate Change total', rappresentata dall'indicatore 'Global warming potential (GWP100)', misurato in kg CO<sub>2eq</sub>. L'indicatore misura l'aumento della temperatura globale media derivante dall'emissione dei gas a effetto serra.

L'indicatore considera le emissioni di CO<sub>2</sub> equivalenti a ogni flusso di materiale o energia imputabile all'attività agricola. In particolare, l'indicatore considera la fase di produzione di fertilizzanti e dei pesticidi, oltre alle emissioni causate dall'uso dei fertilizzanti azotati in campo. Sono inoltre considerate le emissioni dovute all'uso di gasolio in campo e per i trasporti, alla produzione dei materiali utilizzati in vigneto per la gestione della coltura, allo smaltimento dei rifiuti e all'eventuale uso di energia elettrica legata al vigneto.

Il calcolo dell'indicatore è effettuato in modo automatico dal DSS vite.net® sulla base delle caratteristiche di ogni UP registrata nel sistema e partecipante al progetto. Per la conversione in kg di CO<sub>2</sub> equivalente vengono utilizzati i fattori di emissione ricavati dal database Ecoinvent versione 3.8 secondo le metodologie IPCC 2006, dettagliati in Allegato 2.

### **13. Assenza di leakage**

Il progetto non comporta spostamento di colture, occupazione di nuovo suolo o emissioni addizionali collegate alle pratiche innovative rispetto alla baseline.

### **14. Analisi dei rischi e gestione del buffer**

La vite è una coltura arborea pluriennale la cui durata produttiva è mediamente di 25 anni. Il progetto prevede un arco temporale di 10 anni, per cui è possibile che alcuni vigneti considerati nel progetto possano arrivare a termine della propria vita produttiva e quindi vengano espantati e ripiantati. Questo determinerebbe una potenziale perdita della quantità di CO<sub>2</sub> immobilizzata nel suolo. Inoltre è bene prevedere un seppur minimo rischio di calamità naturali, quali incendio o tempeste che possono distruggere i vigneti. Per questo è stata considerata una quota di assorbimenti "buffer" del 12% che verrà accantonata e non utilizzata ai fini della valorizzazione degli assorbimenti e delle riduzioni.

### **15. Metodologia di monitoraggio**

Il Piano di Monitoraggio di progetto comprende le azioni necessarie ad assicurare la corretta gestione dei vigneti e la contabilizzazione dei crediti di carbonio sulla base di dati oggettivi di progetto e per garantirne la credibilità.

Lo strumento principale che consentirà il monitoraggio delle azioni realizzate nei vigneti oggetto del progetto è il DSS vite.net®. All'interno del DSS è infatti possibile registrare tutte le operazioni colturali eseguite in ogni specifico vigneto (chiamato "Unità Produttiva", UP), attraverso la funzionalità ROC (Registro delle Operazioni Colturali). Da un lato il DSS sfrutta queste informazioni per fornire, *in itinere*

durante la stagione vegetativa, indicazioni sulla gestione del vigneto ancora più specifiche, dall'altro queste informazioni possono essere utilizzate per calcolare, a fine stagione, gli impatti della gestione. I dati registrati nel ROC sono, infatti, la base per il calcolo delle emissioni e del sequestro di carbonio attraverso le metodologie dettagliate nelle sezioni precedenti di questo documento. Il sistema di raccolta dati è continuo, in quanto l'agricoltore aggiorna regolarmente il sistema durante la stagione colturale, registrando le operazioni realizzate in campo.

Per registrare le operazioni colturali gli agricoltori devono sempre inserire la tipologia principale dell'operazione, un sottotipo specifico, la superficie considerata e una nota aggiuntiva facoltativa in cui specificare ulteriori dettagli. Le operazioni registrabili si dividono in:

- Lavorazioni del terreno dell'interfila;
- Lavorazioni lungo la fila;
- Gestione dell'interfila (sfalcio erba, trinciatura erba, raccolta sarmenti imballati, ...);
- Gestione della fila (sfalcio erba, trinciatura erba, spollonatura manuale, ...);
- Operazioni combinate tra lavorazioni della fila e dell'interfila e spollonatura e diserbo;
- Gestione della chioma (potatura manuale da terra, cimatura con barra semplice, ...);
- Trasemina interfilare con la tecnica di semina usata e la quantità di semi usati;
- Fertilizzazione con il modo di distribuzione, i fertilizzanti o corroboranti usati tra quelli nel database aggiornato e la loro dose;
- Trattamento di difesa con l'orario di inizio e fine trattamento, lo stadio fenologico della coltura, le avversità controllate, il modo di distribuzione, la dose di acqua usata, i prodotti usati tra quelli nel database aggiornato e la dose, infine l'operatore responsabile;
- Altri interventi di difesa (confusione sessuale, trappole per il monitoraggio massale, ...)
- Irrigazione con la fonte d'acqua, la dose di acqua distribuita ed eventuali fertilizzanti o corroboranti aggiunti;
- Raccolta;
- Consegna con la quantità trasportata, la distanza dal sito di stoccaggio e il °Brix.

I dati raccolti vengono utilizzati per ricostruire quello che è realmente accaduto in campo in modo da avere una corretta simulazione nel modello RothC. In particolare vengono utilizzati a questo scopo le date in cui viene gestita la chioma, la fila e l'interfila e le date in cui viene lavorato il terreno, con relativa superficie.

Per il calcolo degli assorbimenti con il modello RothC, sono state definite 13 baseline, ognuna corrispondente a una stazione meteo installata nel territorio di riferimento del progetto.

Per ogni baseline, il calcolo considera:

- i dati meteo registrati dalla stazione di riferimento;
- le caratteristiche del terreno medie dell'area afferente alla stazione meteo;
- le operazioni colturali comunemente effettuate nell'area da aziende non coinvolte nel progetto.

Per il calcolo con il modello RothC per le singole UP presenti nel progetto, sono stati utilizzati i dati meteo della stazione di riferimento, le caratteristiche del suolo e le operazioni colturali registrate degli agricoltori nel ROC del DSS vite.net®.

Al fine di determinare gli assorbimenti aggiuntivi delle aziende del progetto rispetto alle baseline, ogni azienda è stata confrontata con la baseline afferente alla medesima stazione meteo.

Per il monitoraggio delle emissioni di gas serra sono utilizzate le operazioni colturali registrate degli agricoltori nel ROC. Ai fini del calcolo della riduzione delle emissioni, sono stati creati 4 scenari di baseline, uno per area omogenea definita nella zonazione del territorio (cfr. cap 3). Gli scenari di baseline sono basati su registri di operazioni di campo appartenenti ad aziende a gestione convenzionale del territorio di Ziano Piacentino. Anche per le UP delle aziende di progetto è stata definita l'area omogenea di appartenenza, utilizzando le coordinate geografiche impostate dall'agricoltore nella scheda di descrizione dell'unità produttiva nel DSS. Per il calcolo della riduzione di emissioni, ogni UP di progetto è stata quindi confrontata con la baseline afferente alla medesima area omogenea.

Il monitoraggio degli assorbimenti e delle emissioni viene realizzato annualmente, al termine della stagione colturale.

## 16. Altri benefici ambientali

L'adozione delle pratiche di viticoltura sostenibile genera effetti positivi anche su altri servizi ecosistemici, in particolare su:

- protezione dall'erosione del suolo; la maggiore copertura vegetale del suolo riduce l'azione erosiva delle acque meteoriche. Questo beneficio viene stimato con il metodo RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) ed espresso in tonnellate di suolo non eroso
- gestione degli agrofarmaci: l'utilizzo di colture di copertura e l'ottimizzazione dei trattamenti vengono espressi tramite indicatori che riguardano la frequenza dei trattamenti (Treatment Frequency Index, TFI), il dosaggio (Dose Area Index, DAI) e gli effetti sull'uomo (Human Tox Score, HTS)
- conservazione della biodiversità: la riduzione dei trattamenti e una maggiore copertura vegetale generano una riduzione degli effetti dannosi sugli ecosistemi (Eco Tox Score, ETS)

L'indicatore Erosione stima le tonnellate di terreno perso all'ettaro per anno a causa dei fenomeni erosivi dovuti alle precipitazioni. Mediante la metodologia implementata da Wischmeyer and Smith (1978) e riassunta nell'equazione USLE (Universal Soil Loss Equation), su adattamento di Bazzoffi P. (2013), è stato impostato un metodo di calcolo che considera: le precipitazioni in mm/mese; la tessitura del terreno e il suo contenuto di sostanza organica; la pendenza e lunghezza degli appezzamenti; la gestione del suolo (ad esempio l'inerbimento); la sistemazione idraulica adottata; la lavorazione del terreno. Maggiore è il terreno eroso e minore è la sostenibilità del processo produttivo.

Il Treatment Frequency Index è un indicatore che valuta il numero di volte in cui una porzione di terreno è trattato con un prodotto fitosanitario. Sono sommati tutti i trattamenti eseguiti durante la stagione colturale sullo stesso terreno. Maggiori sono i trattamenti eseguiti, maggiore è la pressione chimica che sussiste sul territorio oggetto di valutazione. L'indicatore considera la superficie dell'intera unità produttiva e la superficie trattata (che può essere inferiore o uguale a quella totale). Minori sono i trattamenti eseguiti in campo e minore è l'indice e la pressione chimica esercitata sul terreno coltivato.

Il Dose Area Index è un indicatore che valuta l'esposizione chimica causata da ogni trattamento fitosanitario effettuato in campo. L'esposizione è quantificata mediante una comparazione della dose

utilizzata in campo rispetto a quella massima consentita dall'etichetta ministeriale e/o una comparazione della superficie trattata rispetto a quella totale (quest'ultima corrispondente alla superficie dell'unità produttiva). L'applicazione di una dose inferiore a quella massima consentita dall'etichetta oppure l'applicazione di un prodotto su una superficie ridotta rispetto a quella totale riduce l'impatto negativo che le molecole chimiche hanno sugli organismi vegetali ed animali non bersaglio del trattamento eseguito. Ad esempio un trattamento eseguito al 50% della dose massima consentita e su il 50% della superficie sottoporrà l'area dell'unità produttiva ad una esposizione di sostanze tossiche ridotta del 75% rispetto ad un trattamento eseguito a dose piena e sull'intera superficie. L'indicatore considera la dose applicata in campo, la dose massima consentita dall'etichetta ministeriale, la superficie trattata e la superficie dell'intera unità produttiva. L'uso di dosi ridotte e l'applicazione dei prodotti su porzioni di unità produttiva garantiscono una minore esposizione chimica e una maggiore difesa dei nemici naturali.

Lo Human Tox Score è un indicatore che valuta il rischio tossicologico (come "hazard", cioè pericolo) sulla salute umana esercitato dalle sostanze chimiche di sintesi utilizzate in campo. È valutato il profilo tossicologico di tutti i fungicidi, insetticidi, erbicidi, acaricidi, ecc. registrati nel Registro delle Operazioni Colturali (ROC). Ad ogni prodotto fitosanitario per legge è attribuita una precisa classe tossicologica e delle frasi di rischio (o pericolo). Inoltre, il prodotto fitosanitario è applicato in campo ad una determinata dose per ettaro e questa dose è confrontata con la dose massima consentita dall'etichetta ministeriale. Le informazioni tossicologiche (pericolo intrinseco del prodotto fitosanitario) interagiscono con la dose applicata in campo (esposizione al pericolo) al fine di giudicare il rischio tossicologico del prodotto fitosanitario utilizzato in campo. Il giudizio finale considera tutti i prodotti fitosanitari registrati nel ROC e maggiore sarà il punteggio finale, maggiore sarà il rischio tossicologico esercitato sugli esseri umani posti nelle vicinanze dell'area trattata (operatori agricoli, astanti e residenti).

L'Eco Tox Score è un indicatore che valuta il rischio eco-tossicologico (come "hazard", cioè pericolo) sulla salute dell'ecosistema acquatico e terrestre esercitato dalle sostanze chimiche di sintesi utilizzate in campo. È valutato il profilo tossicologico di tutti i fungicidi, insetticidi, erbicidi, acaricidi, ecc. registrati nel ROC. Ad ogni prodotto fitosanitario per legge è attribuita una precisa classe eco-tossicologica e delle frasi di rischio (frasi di pericolo). Inoltre il prodotto fitosanitario è applicato in campo ad una determinata dose per ettaro e questa è confrontata con la dose massima consentita dall'etichetta ministeriale. Le informazioni tossicologiche (pericolo intrinseco del prodotto fitosanitario) interagiscono con la dose applicata in campo (esposizione al pericolo) al fine di giudicare il rischio eco-tossicologico del prodotto fitosanitario utilizzato in campo. Il giudizio finale considera tutti i prodotti fitosanitari registrati nel ROC e maggiore sarà il punteggio finale, maggiore sarà il rischio eco-tossicologico esercitato sull'ecosistema agricolo.

## 17. Allegati

Allegato 1. Caratteristiche degli input di carbonio considerati nelle simulazioni del modello RothC.

Allegato 2. Calendario delle operazioni colturali di gestione del suolo considerate per le simulazioni dello scenario di progetto e di baseline, per i 10 anni di progetto (2021 - 2030).

Allegato 3. Fattori di conversione utilizzati per il calcolo delle emissioni dovute alla produzione e/o all'uso di combustibili fossili; fertilizzanti azotati; prodotti fitosanitari; materiali; energia elettrica; smaltimento dei rifiuti.



## 18. Bibliografia

- Caffi T., Gilardi G., Monchiero M., Rossi V., 2013. Production and release of asexual sporangia in *Plasmopara viticola*. *Phytopathology*, 103(1), 64-73. DOI 10.1094/PHYTO-04-12-0082-R
- Caffi T., Legler S.E., Rossi V., Bugiani R., 2012. Evaluation of a warning system for early-season control of grapevine powdery mildew. *Plant Disease* 96:104-110. DOI 10.1094/PDIS-06-11-0484
- Caffi T., Rossi V., Legler S.E., Bugiani R., 2011. A mechanistic model simulating ascospore infections by *Erysiphe necator*, the powdery mildew fungus of grapevine. *Plant Pathology*, 60, 522–531. DOI 10.1111/j.1365-3059.2010.02395.x
- González-Domínguez E., Caffi T., Ciliberti N., Rossi V., 2015. A mechanistic model of *Botrytis cinerea* on grapevines that includes weather, vine growth stage, and the main infection pathways. *PLoS ONE* 10(10): e0140444. DOI 10.1371/journal.pone.0140444
- González-Domínguez E., Fedele G., Caffi T., Delière L., Sauris P., Gramaje D., 2019. A network meta-analysis provides new insight into fungicide scheduling for the control of *Botrytis cinerea* in vineyards. *Pest Management Science*, 75,324–332. DOI 10.1002/ps.5116
- Hargreaves G. H., Samani Z. A., 1982. Estimating potential evapotranspiration. *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, 108(3), 225-230. DOI 10.1061/JRCEA4.0001390
- Huglin P., 1978. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. *Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France*, 64, 1117-1126.
- Orlando F., 2019. A system dynamic model to assess exploitability of agricultural residues and effects on soil organic carbon. Tesi di laurea magistrale, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna.
- Pausch J., Yakov K., 2018. Carbon input by roots into the soil: quantification of rhizodeposition from root to ecosystem scale. *Global Change Biology*, 24 (1), 1–12. DOI 10.1111/gcb.13850
- Raccomandazione 2021/2279/UE - Raccomandazione della Commissione del 15 dicembre 2021 sull'uso dei metodi dell'impronta ambientale per misurare e comunicare le prestazioni ambientali del ciclo di vita dei prodotti e delle organizzazioni.
- Rossi V., Caffi T., Giosuè S., Bugiani R., 2008. A mechanist model simulating primary infections of downy mildew in grapevine. *Ecological modelling*, 212 (3), 480-491. DOI 10.1016/j.ecolmodel.2007.10.046
- Rossi V., Caffi T., Onesti G., Legler S.E., 2015. Use of systems analysis to develop plant disease models based on literature data: grape black-rot as a case-study. *European Journal of Plant Pathology*, 141, 427-444. DOI 10.1007/s10658-014-0553-z
- Winkler A.J., Cook J.A., Kliewer W.M., Lider L.A., 1974. *General Viticulture* (4th ed.). Berkeley: University of California Press, 1974, 740 p.
- Wischmeier W.H., Smith D.D., 1978. Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning. US Department of Agriculture, Agr. Handbook No. 537. 58 pp.
- Zanotelli D., Montagnani L., Manca G., Tagliavini M., 2013. Net primary productivity, allocation pattern and carbon use efficiency in an apple orchard assessed by integrating eddy covariance, biometric and continuous soil chamber measurements. *Biogeosciences*, 10 (5), 3089–3108. DOI 10.5194/bg-10-3089-2013
- Zhang L., Xue T., Gao F., Wei R., Wang Z., Li H., Wang H., 2021. Carbon storage distribution characteristics of vineyard ecosystems in Hongsibu, Ningxia. *Plants*, 10(6), 1199. DOI 10.3390/plants10061199

