



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo Agricolo
per lo Sviluppo Rurale



Regione Emilia-Romagna

L'Europa investe nelle zone rurali

TIPO DI OPERAZIONE

16.1.01 - Gruppi operativi del partenariato europeo per la produttività e la sostenibilità dell'agricoltura

DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE N. 153 del 10/02/2020 FOCUS AREA □3A

RELAZIONE TECNICA FINALE

DOMANDA DI SOSTEGNO: 5192993

DOMANDA DI PAGAMENTO: 5568085, 5571416, 5571418, 5580556, 5581278, 5584383

Titolo Piano	BIG-data: nuovo strumento per la competitività della filiera <u>VITi-Enologica</u> – BIG VITE
Ragione sociale del proponente (soggetto mandatario)	Università Cattolica del Sacro Cuore <i>(di seguito UCSC)</i>
Elenco partner del Gruppo Operativo	Cantina dei Colli Romagnoli Società Cooperativa Agricola <i>(di seguito Colli Romagnoli)</i>
	Terre Cevico Società Cooperativa Agricola <i>(di seguito Terre Cevico)</i>
	Società Agricola Podere Pradarolo S.r.l. <i>(di seguito Podere Pradarolo)</i>
	Azienda Agricola Il Poggiarello S.S. Società Agricola <i>(di seguito Il Poggiarello)</i>
	Irecoop Emilia-Romagna Società Cooperativa <i>(di seguito Irecoop)</i>

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	24 mesi
Data inizio attività	10/03/2021
Data termine attività (includere eventuali proroghe già concesse)	09/03/2023

Relazione relativa al periodo di attività dal	10/03/2021	al	09/03/2023
Data rilascio relazione	04/05/2023		

Autori della relazione	Stefano Poni – Ginevra Canavera – Chiara Pezzi		
Telefono		E-mail	stefano.poni@unicatt.it
PEC	direzione.sede-pc@pec.ucsc.it		

Sommario

- 1 - Descrizione del piano
 - 1.1 Stato delle azioni previste nel piano
- 2 - Descrizione per singola azione
 - 2.1 Attività e risultati
 - 2.2 Personale
 - 2.3 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi
 - 2.4 Spese per materiale durevole e attrezzature
 - 2.5 Collaborazioni, consulenze esterne, altri servizi
 - 2.6 Spese per attività di divulgazione e disseminazione
 - 2.7 Spese per attività di formazione e consulenza
 - 2.8 Spese generali
- 3 - Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività
- 4 - Altre informazioni
- 5 - Considerazioni finali
- 6 - Relazione tecnica

1 - DESCRIZIONE DEL PIANO

Le attività del piano “*BIG-data: nuovo strumento per la competitività della filiera VITi-Enologica*”, avente acronimo BIG VITE, hanno avuto inizio il 10 marzo 2021, data di comunicazione della concessione del contributo, e si sono concluse il 09 marzo 2023, a seguito di una serie di attività di comunicazione come di seguito elencate.

La durata di 24 mesi è risultata sufficiente per portare a termine le attività previste dal Piano e non si è resa necessaria alcuna proroga.

Il coordinamento delle attività descritte nel Piano operativo e i collegamenti tra i vari partner, comprese le collaborazioni esterne, sono stati pertinenza di UCSC nell’ambito dell’Esercizio della Cooperazione. Nel corso dei due anni di progetto sono state condotte tutte le azioni tecniche come da cronoprogramma.

Le attività di divulgazione e di formazione sono state gestite regolarmente e in accordo al Piano.

1.1 STATO DELLE AZIONI PREVISTE NEL PIANO

Azione	Unità aziendale responsabile	Tipologia attività	Mese inizio attività previsto	Mese inizio attività effettivo	Mese termine attività previsto	Mese termine attività effettivo
Esercizio della Cooperazione	Università Cattolica del Sacro Cuore	Coordinamento del GO e delle attività di progetto	1	1	24	24
1 – Creazione e test del cruscotto informatico	Università Cattolica del Sacro Cuore	Raccolta preliminare di dati di conferimento uva da inserire in un nuovo strumento informatico	4	4	9	9
2 – Estensione del cruscotto di gestione dati	Università Cattolica del Sacro Cuore	Incorporazione dati meteo, dati aziendali, dati ecologici e dati agronomici nel cruscotto di gestione dati	7	7	15	15
3 – Implementazione del cruscotto a scopo previsionale	Università Cattolica del Sacro Cuore	Aggiunta di dati meteo previsionali. Calibrazione e validazione di un modello di stima dello stress idrico e di un modello previsionale delle principali fasi fenologiche	13	13	24	24
Divulgazione	Università	Promozione e	4	1	24	24

	Cattolica del Sacro Cuore	comunicazione di obiettivi e risultati del progetto				
Formazione	Irecoop Emilia-Romagna Società Cooperativa	Corso e viaggio di formazione	16	11	24	20

2 - DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE

2.1 ATTIVITÀ E RISULTATI

Azione	Esercizio della Cooperazione
Unità aziendale responsabile	Università Cattolica del Sacro Cuore
Descrizione attività	<p>L'azione di Esercizio della Cooperazione è stata implementata nell'ottica di ottimizzare la gestione ed il monitoraggio delle azioni del Piano e del Gruppo Operativo (GO); verificare i vincoli di tempo, risorse, budget caratterizzanti ciascuna azione progettuale e, infine, raggiungere gli obiettivi prefissati, attraverso la supervisione degli indici di risultato.</p> <p>Il buon esito delle attività, nel totale rispetto delle tempistiche, dei costi e dei risultati attesi, è stato garantito attraverso una pianificazione puntuale di ogni singola azione, anche grazie alla predisposizione di un diagramma di <i>Gantt</i>, classico strumento alla sfera del project management. Tutte le unità operative sono state attivamente coinvolte.</p> <p>Di seguito si riportano le attività sviluppate durante i 24 mesi di durata del progetto d'innovazione:</p> <ul style="list-style-type: none">- Formalizzazione del Gruppo Operativo tramite costituzione dell'ATS <p>In data 03/05/2021 è stato ufficializzato il rapporto di collaborazione tra tutti i partecipanti del GO attraverso la creazione di un'Associazione Temporanea di Scopo (ATS) nella forma di scrittura privata autenticata con la sottoscrizione del relativo regolamento interno di mandato.</p> <ul style="list-style-type: none">- Organizzazione del kick-off meeting dei partner per la pianificazione esecutiva di progetto e la definizione dettagliata degli incarichi <p>In data 30/03/2021 si è svolto il kick-off meeting (KOM) con i partner di progetto, occasione in cui sono stati ribaditi e dettagliati per ciascun afferente al GO: ruoli e responsabilità, attività assegnate, risorse umane e finanziarie necessarie allo svolgimento del lavoro, tempistiche di esecuzione di ciascuna attività e scadenza per la consegna degli output, costi associati, punti di attenzione (criticità e rischi) e criteri di gestione delle consulenze esterne (Latitudo Srl e Image Line Srl Unipersonale). Tutti i dettagli sono contenuti all'interno del verbale stilato a seguito dell'incontro.</p> <ul style="list-style-type: none">- Organizzazione incontri sullo stato di avanzamento del progetto e sui risultati ottenuti <p>In data 22/10/2021, 28/04/2022, 08/11/2022 e 28/02/2023 si sono rispettivamente svolti i quattro stati di avanzamento previsti dal Piano. In ottica di ottimizzazione e di agevolazione della partecipazione, gli incontri si sono tenuti prevalentemente da remoto ed hanno consentito di verificare l'evoluzione delle attività di progetto, la programmazione delle attività successive e il continuo confronto con i fornitori, con particolare riferimento a Latitudo Srl, responsabile dell'implementazione dello strumento informatico, <i>focus</i> fondamentale della proposta progettuale. Inoltre, sono state prese in considerazione le criticità emerse, principalmente di tipo informatico, poi superate grazie a</p>

	<p>metodologie e/o sistemi alternativi. L'ultimo incontro, svoltosi in presenza c/o Podere Pradarolo, ha posto al centro la rendicontazione finale nonché la presentazione dei risultati principali. In generale, oltre agli incontri, si è garantito un continuo scambio tramite e-mail e/o messaggi/chiamate al fine di procedere in maniera tempestiva con le attività e coinvolgendo direttamente gli interessati.</p> <p>- Elaborazione del report finale A partire dagli ultimi mesi di progetto e nelle settimane successive alla data di chiusura (09/03/2023), si è provveduto a raccogliere tutta la documentazione tecnica e quella economico-finanziaria al fine di elaborare il report finale oltre che garantire l'accesso al contributo da parte di tutti i partner.</p> <p>- Gestione di eventuali criticità legate al progetto Durante l'intera durata del progetto sono state monitorate e rimesse all'attenzione dei partner eventuali criticità, al fine di accelerare l'identificazione e l'attuazione di una soluzione. Il sistema di gestione e controllo adottato nel progetto è stato costantemente valutato attraverso i seguenti indicatori:</p> <ul style="list-style-type: none"> - rispetto dei tempi previsti di realizzazione del progetto e delle singole attività; - % completamento degli output associati alle attività; - rispetto del budget e % di scostamento (per singolo capitolo di spesa); - % di realizzazione delle azioni programmate; - rapporto criticità sopraggiunte/criticità risolte.
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p>Gli obiettivi dell'azione di Esercizio della Cooperazione sono stati completamente raggiunti (100%). Si riportano, di seguito, gli scostamenti verificatisi che, tuttavia, non hanno compromesso il buon esito del progetto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sostituzione di Alberto Carretti con Claudia Iannelli in qualità di imprenditore agricolo coinvolto nelle attività di progetto; - Sostituzione di Delfino Ferrari con Maria Luisa Ferrari in qualità di imprenditore agricolo coinvolto nelle attività di progetto; - Sostituzione del piano formativo con un corso da 16 ore, (domanda n. 5377220) e un viaggio in Sicilia (domanda n. 5518835).

<p>Azione 1</p>	<p>Creazione e test del cruscotto informatico di visualizzazione e gestione preliminare dei dati</p>
<p>Unità aziendale responsabile</p>	<p>Università Cattolica del Sacro Cuore</p>
<p>Descrizione attività</p>	<p>Creazione di uno strumento informatico (detto tecnicamente "cruscotto") che, a partire da un database grezzo e non organizzato di dati, fornisca elementi immediatamente visualizzabili e fruibili. In questa prima azione, l'attività è stata quella di richiedere al partner Colli Romagnoli, in forma anonima e per un arco di tempo non inferiore ai 5 anni, i dati storici di conferimento uva ad alcuni soci della cantina e, nello specifico:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Vitigno e tipologia di denominazione • Data di conferimento uva, produzione unitaria, gradazione zuccherina, monte gradi e, ove disponibili, acidità titolabile e pH dei mosti <p>A questa azione hanno anche partecipato le aziende agricole Podere Pradarolo e il Poggiarello, in modo da ottenere informazioni per la strutturazione dei dati da fornire nell'azione 2.</p> <p>Questi dati preliminari raccolti, sono stati gestiti da un fornitore esterno (Latitudo Srl, azienda informatica specializzata) esperto in Big Data Analytics che, utilizzando la piattaforma Azure di Microsoft, ha creato un cruscotto di visualizzazione chiara ed immediata dei dati forniti che permette ad esempio, utilizzando appositi filtri, di avere uno storico immediato della variazione delle rese e della qualità nel tempo per vitigno o per denominazione e per apprezzare in maniera molto intuitiva eventuali correlazioni tra qualità delle uve ed andamento climatico. Il tutto, sulla base del target merceologico aziendale, consente anche di fare o di "anticipare" determinate scelte ampelografiche o di assemblaggio delle uve più idonee.</p>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p>L'attività è stata svolta secondo le modalità e i tempi previsti dal Piano, incorporando i dati di conferimento/vendemmia, anche dalle due aziende partner Podere Pradarolo e Il Poggiarello.</p> <p>Si evidenziano, per l'azienda agricola Il Poggiarello, alcuni dati mancanti di conferimento uve (storico non presente) che però, non hanno pregiudicano i risultati attesi.</p>

<p>Azione 2</p>	<p>Estensione del cruscotto di gestione dei dati</p>
<p>Unità aziendale responsabile</p>	<p>Università Cattolica del Sacro Cuore</p>
<p>Descrizione attività</p>	<p>Ampliamento del cruscotto a tutte le imprese viticole coinvolte nel Piano con i dati desumibili da un gestionale agricolo informatizzato già in uso presso le aziende viti-vinicole partner.</p> <p>I dati sono i seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meteo: evapotraspirazione oraria (mm/h), intensità del vento (km/h), precipitazioni (mm), radiazione solare (W/m²), sommatoria termica base 10°(°C), temperatura del suolo (0-30 cm), del sottosuolo (30-60 cm), temperatura dell'aria massima, media e minima (°C) e umidità relativa (%); • Aziendali: anagrafici e di geo-localizzazione; • Agronomici: caratteristiche chimiche e fisiche del suolo, nello specifico: percentuale di sabbia, limo, argilla, sostanza organica, calcare attivo e calcare totale; • Ecologici: tecnica di coltivazione, quantità di sostanza attiva (kg, lt, n) e EIQ (n). <p>Sono stati selezionati 22 vigneti, dislocati su tutto il territorio della regione, per la stima codificata di germogliamento, fioritura e invaiatura (2021 e 2022). Inoltre, per tali vigneti, essendo note le caratteristiche di tessitura del suolo nonché il valore della sostanza organica, è stata stimata la riserva idrica utile (mm di acqua/m di profondità suolo), corrispondente alla differenza tra la capacità di campo e il coefficiente di appassimento, che, insieme all'evapotraspirazione effettiva (ETe) stimata per via modellistica e</p>

	<p>alle precipitazioni giornaliere (mm), è stata utilizzata nel calcolo del bilancio idrico per una diagnosi/previsione di stress idrico.</p> <p>I dati meteo storici disponibili (non inferiore alla decade) sono serviti per calcolare alcuni indici bioclimatici (cfr. allegato 3.1, tabella 1) sia a scopo puramente descrittivo che previsionale (Azione 3).</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p>Il cruscotto di gestione dei dati è stato incorporato con i dati aziendali e i dati agronomici recuperati dalle aziende partner, mentre i dati meteorologici sono stati recuperati da un gestionale agricolo informatizzato.</p> <p>Non sono state utilizzate altre sorgenti di dati per l'acquisizione delle caratteristiche fisiche-chimiche dei suoli perché si è preferito usufruire dei dati puntuali, e quindi più precisi e utili, forniti dalle aziende partner. Inoltre, sono emerse alcune difficoltà di accesso alle piattaforme regionali relative alla caratterizzazione pedologica dei suoli.</p> <p>I dati ecologici, che consistono principalmente nel quaderno di campagna, ovvero la tracciabilità dei trattamenti fitosanitari, non sono stati per ora integrati nell'applicativo poiché riferibili ad un settore non strettamente inerente il Progetto Big VITE. Tuttavia, possono essere introdotti, con facilità, in qualsiasi momento.</p> <p>Non è stata per ora inclusa la mappatura del fenomeno di clorosi ferrica primaverile poiché la medesima risulta in pratica assente in tutte e 22 le aziende monitorate. Anche in questo caso, un'integrazione potrebbe essere fatta in maniera molto rapida.</p>

Azione 3	Implementazione del cruscotto a scopo previsionale
Unità aziendale responsabile	Università Cattolica del Sacro Cuore
Descrizione attività	<p>Incorporazione delle variabili meteorologiche con funzione previsionale a 7 giorni, elencate nell'azione 2, per i 22 vigneti selezionati.</p> <p>Nel 2021 e 2022, come accennato nell'azione 2, sui 22 vigneti selezionati sono stati eseguiti dettagliati e frequenti rilievi di stima delle fasi fenologiche relative a germogliamento, fioritura ed invaiatura seguendo i protocolli descritti nell'allegato 1.1.</p> <p>Sono stati calcolati gli indici bioclimatici previsti da progetto (cfr. allegato 3.1, tabella da 2 a 5), per l'intero ciclo vegetativo (tra germogliamento e vendemmia) e per le sottofasi specifiche di germogliamento-fioritura, fioritura-invaiatura e invaiatura-vendemmia). Inoltre, limitatamente al mese di maggio è stato calcolato l'indice di Huglin per testarne la validità previsione della fertilità potenziale dell'anno seguente. Inoltre, dato che la validità predittiva di tali indici è basata sulla stabilità dell'indice stesso, è stato calcolato, dal 2012 al 2022, il coefficiente di variazione (CV) dato dal rapporto tra deviazione standard e media della popolazione osservata.</p> <p>Nel 2022, sono stati calibrati e validati due modelli:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modello prescrittivo/predittivo di stress idrico precoce senza la necessità di utilizzare sensori fissi di campo. Gli input necessari

	<p>sono i dati climatici standard, la tessitura del suolo, il tenore in sostanza organica e alcuni elementari dati di anagrafe aziendale e di vigneto (geolocalizzazione, sesto di impianto, altezza e spessore della chioma, etc.). La calibrazione è stata effettuata nel vigneto sperimentale dell'Università, mentre per la validazione sono stati confrontati gli allarmi segnalati dal modello con i dati dei rilievi fisiologici condotti nelle stagioni 2021 e 2022 in tre vigneti già monitorati in altri progetti.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modello predittivo delle principali fasi fenologiche che ha utilizzato una parte dei dati raccolti in campo per la calibrazione e una parte per la validazione. <p>Da gennaio a fine febbraio, tra UCSC e Latitudo S.r.l. sono stati svolti degli incontri per la rifinitura dell'applicativo di BIG VITE e sono in corso trattative per la commercializzazione finale del medesimo. Infine, si è prodotto un video tutorial dell'applicativo BIG VITE.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p>L'attività è stata svolta secondo le modalità e i tempi previsti dal Piano e non si sono rilevate criticità significative.</p> <p>Per quanto attiene alla stima della più probabile data di invaiature, si è potato per un metodo che sfrutta la percezione per la quale un acino diventa "soffice". Questo metodo è più tempestivo rispetto alla comparsa del colore che, oltre che essere tardivo, è anche soggetto ad un maggiore errore di stima.</p>

Azione	Divulgazione
Unità aziendale e responsabile	Università Cattolica del Sacro Cuore
Descrizione attività	<p>L'azione di Divulgazione è stata sviluppata nell'ottica di implementare un'efficace strategia di disseminazione dei risultati tecnico-scientifici, in maniera facilmente accessibile, che possa assicurare un trasferimento delle conoscenze ed innovazioni trasversale e ad ampio spettro, sia geografico che di filiera, assicurando la scalabilità del progetto.</p> <p>Il Piano ha previsto attività di divulgazione e trasferimento rivolte direttamente alle imprese agricole e agroindustriali aderenti al GO ma anche ad utenti esterni, di diversa natura, che mostravano interesse per i risultati del progetto. Le attività di comunicazione hanno coinvolto anche realtà terze al progetto che potranno usufruire dei risultati ottenuti e utilizzarli come spunto per ulteriore innovazione, attivando una leva di crescita e sviluppo. Per rendere possibile tutto ciò, sono state realizzate le attività riportate di seguito:</p> <p>- 2 incontri tecnici</p> <p>Si è provveduto all'organizzazione di 2 incontri tecnici, rispettivamente il 30/01/2023 presso Tenuta Masselina, azienda agricola afferente a Terre Cevico, e il 28/02/2023 presso Società Agricola Podere Pradarolo Srl, ambedue partner del GO. I due eventi, organizzati a fine progetto, hanno consentito di presentare i risultati ottenuti grazie al progetto BIG VITE, prendendo in esame l'intero territorio regionale (Romagna il primo; Emilia il secondo) al fine di garantire un coinvolgimento più ampio e quindi rappresentativo. In particolare, durante il secondo appuntamento, si è provveduto ad effettuare una diretta streaming sul profilo Instagram di AgroNotizie®, rivista di proprietà di Image Line Srl Unipersonale (<i>di seguito Image Line</i>), fornitore esterno rispetto all'implementazione del piano di comunicazione, al fine di consentire il</p>

coinvolgimento di un pubblico più ampio.

- 7 articoli su AgroNotizie®

AgroNotizie®, rivista online dedicata all'attualità, alle innovazioni ed ai mezzi tecnici in agricoltura, si configura come punto di riferimento per l'informazione nel settore agricolo, raggiungendo oltre 290.000 utenti profilati. Tale canale ha garantito il raggiungimento di diverse fasce di età e ha permesso al progetto di essere conosciuto non solo da attori della filiera vitivinicola, ma anche da realtà che operano all'interno di altre catene del valore afferenti al settore agroalimentare.

In particolare, gli articoli pubblicati su AgroNotizie® durante il corso del progetto sono i seguenti:

- 1) 15/06/2021: <https://agronotizie.imagelinenetwork.com/agricoltura-economia-politica/2021/06/15/big-vite-quando-i-big-data-incontrano-la-viticultura/70750>
- 2) 03/12/2021: <https://agronotizie.imagelinenetwork.com/agricoltura-economia-politica/2021/12/03/big-data-le-viti-si-ascoltano-grazie-all-intelligenza-artificiale/73338>
- 3) 22/02/2022: <https://agronotizie.imagelinenetwork.com/agricoltura-economia-politica/2022/02/22/evento-smart-data-in-vigneto/74113>
- 4) 10/03/2022: <https://agronotizie.imagelinenetwork.com/agricoltura-economia-politica/2022/03/10/viticultura-benvenuti-dati-purche-siano-di-valore/74286>
- 5) 26/09/2022: <https://agronotizie.imagelinenetwork.com/agricoltura-economia-politica/2022/09/26/evento-dati-e-vitivinicoltura-un-binomio-vincente/77119>
- 6) 20/02/2023: <https://agronotizie.imagelinenetwork.com/agricoltura-digitale/2023/02/20/evento-big-vite-analizzare-i-big-data-in-agricoltura/78379>
- 7) 06/03/2023: <https://agronotizie.imagelinenetwork.com/agricoltura-digitale/2023/03/06/con-big-vite-il-vigneto-non-ha-piu-segreti/78498>

Inoltre, grazie all'interesse generato dal progetto, sono stati pubblicati articoli anche su altre riviste specializzate in ambito agroalimentare e/o sul tema digitalizzazione quali, ad es.: <https://www.zerounoweb.it/analytics/interoperabilita-in-agricoltura-il-passo-necessario-per-trarre-veri-benefici-dal-4-0/>

- Realizzazione di uno spazio web

È stato implementato uno spazio web sul sito di Image Line Srl Unipersonale, al fine di coinvolgere l'ampia community e diffondere su più ampia scala le informazioni relative al progetto BIG VITE. La pagina, raggiungibile al link

<https://www.imagelinenetwork.com/it/progetti-speciali/bigvite/>, contiene una sezione descrittiva sulle attività progettuali e una dinamica contenente gli aggiornamenti sui risultati del progetto. A questo spazio si aggiungono quelli creati dai singoli partner del GO sui rispettivi siti web in cui è presente una descrizione sintetica del progetto che include la composizione del GO, la localizzazione geografica, la durata del progetto, la fonte del finanziamento, gli obiettivi e i risultati attesi.

- 3 dimostrazioni guidate

Al fine di condividere l'effettivo funzionamento dell'applicativo sviluppato grazie a BIG VITE, sono stati organizzati momenti di dimostrazione pratica per illustrare tutte le funzionalità oltre che i casi studio direttamente analizzati durante il progetto. Le dimostrazioni sono state svolte contemporaneamente agli incontri tecnici e al convegno svoltosi in fiera al fine di raggiungere un pubblico più ampio.

- Produzione di materiale informativo

È stata realizzata una scheda informativa, allegata al presente progetto, per trasferire tutte le informazioni relative al progetto, con particolare riferimento ai risultati ottenuti. La scheda è stata allegata all'articolo finale (precisamente il n. 7 del punto precedente) al fine di consentirne il download da parte di chiunque fosse interessato.

- 6 newsletter

Sono state diffuse alla Community di Image Line per rilanciare articoli e promuovere iniziative legate al progetto. In particolare:

- n. 773: <https://agronotizie.imagelinenetwork.com/newsletter/3719>
- n. 794: <https://agronotizie.imagelinenetwork.com/newsletter/3746>
- n. 803: <https://agronotizie.imagelinenetwork.com/newsletter/3756>
- n. 831: <https://agronotizie.imagelinenetwork.com/newsletter/3786> (Main Sponsor)
- n. 805: <https://agronotizie.imagelinenetwork.com/newsletter/3758>
- n. 852: <https://agronotizie.imagelinenetwork.com/newsletter/3844>

- 2 video

Sono stati realizzati e diffusi complessivamente due video. Il primo, per presentare il progetto e diffonderne i risultati, che ha visto il coinvolgimento di UCSC, in qualità di capofila, di Colli Romagnoli e Terre Cevico e, infine, di Latitudo, in qualità di realizzatore dell'applicativo. Il secondo si configura come tutorial e ha visto il coinvolgimento di Latitudo al fine di illustrare, passo per passo, tutte le funzionalità dell'applicativo BIG VITE. I video sono stati inclusi nell'articolo di fine progetto (precisamente <https://agronotizie.imagelinenetwork.com/agricoltura-digitale/2023/03/06/con-big-vite-il-vigneto-non-ha-piu-segreti/78498>) e sono raggiungibili ai seguenti link:

- https://www.youtube.com/watch?v=kBz1v_1WQCg
- <https://www.youtube.com/watch?v=j6TgeMXQZZ0>

- 1 partecipazione a convegno

In occasione di FierAgricola (Verona), è stato organizzato, in data 04/03/2022, il convegno "*Smart data in vigneto: progetti e soluzioni a supporto della filiera vitivinicola*", nell'ambito del quale il progetto BIG VITE è stato presentato da UCSC e dalla società Latitudo Srl ed è stata effettuata una dimostrazione guidata dell'applicativo sviluppato, come già specificato sopra. L'evento è stato promosso attraverso diversi canali, incluso un articolo dedicato su AgroNotizie®, rilanciato con un post su Twitter. È stato inoltre pubblicato un articolo post-evento per divulgare quanto discusso durante il convegno, anche questo rilanciato tramite post sui canali social di AgroNotizie®. Questo secondo articolo ha incorporato anche la ripresa del convegno al fine di consentire la visualizzazione a chiunque non fosse fisicamente presente in fiera, garantendo una visualizzazione completa anziché una semplice video-intervista.

- 1 comunicato stampa

È stato realizzato un comunicato stampa, in occasione della fine del progetto, rilanciato da alcune testate. L'obiettivo è stato quello di dare massima risonanza a tutte le attività svolte all'interno del Piano e soprattutto trasferire le conoscenze acquisite, permettendo la condivisione di *best practice* a livello regionale, nazionale ed europeo.

Di seguito due articoli pubblicati a seguito del rilascio del comunicato stampa:

- <https://www.agricultura.it/2023/03/09/big-vite-un-sensorless-che-rileva-dati-specifici-per-il-vigneto-e-propone-soluzioni-strategiche-per-ottimizzare-le-performance-del-raccolto/>
- <https://www.emiliaromagnavini.it/it/blog/1097-big-vite-la-vigna-dei-big-data>

- 14 post sui social network

Per promuovere il progetto e per fare in modo che i contenuti e le iniziative del Piano raggiungessero il numero più ampio di utenti, le attività sono state promosse tramite la pubblicazione di post attraverso i canali di Image Line ed AgroNotizie (Facebook, Twitter, Instagram e LinkedIn), talvolta ripresi dagli stessi partner del GO. In particolare:

	<p>Facebook (AgroNotizie) - 17/096/2021: https://www.facebook.com/agronotizie/posts/pfbid02fGQ4mqkZZCEsebpPqCBFPQtYw4fZJ4doFB6BM8Rgw38c9xpV6HGw5du5VshU4kVyl - 08/12/2021: https://www.facebook.com/agronotizie/posts/pfbid02YF3aM8EJaG9jJ6pRqxQQFF9HQwZD1ediV5PMW2PpH2hdxUg4vACsqLiTdykXDCM8I - 19/03/2022: https://www.facebook.com/agronotizie/posts/pfbid02G8Cv744PtgBF3oxKmifo3kz9hHgcE2TwKFNN5NRbvRVm8HG3N3oxb4neEWWfi6cQI</p> <p>Twitter (AgroNotizie) - 15/06/2021: https://twitter.com/agronotizie/status/1404809503296602112 - 03/12/2021: https://twitter.com/agronotizie/status/1466701691840241670 - 22/02/2022: https://twitter.com/agronotizie/status/1496070151732699136 - 10/03/2022: https://twitter.com/agronotizie/status/1501868369267544065 - 26/09/2022: https://twitter.com/agronotizie/status/1574315645029736450 - 25/02/2022: https://twitter.com/agronotizie/status/1584826564386385921 - 20/02/2023: https://twitter.com/agronotizie/status/1627616956240076800 - 06/03/2023: https://twitter.com/agronotizie/status/1632735752890077184</p> <p>Instagram (AgroNotizie) - 24/02/2023: https://www.instagram.com/p/CpCtUP5InAK/?img_index=1</p> <p>LinkedIn (Image Line) - 25/10/2022: https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:6990575341819846656/ - 28/02/2023: https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7034526497461706752/</p> <p>- Seminari nelle scuole In un’ottica di sostenibilità sociale, sono stati realizzati un paio di seminari presso l’Istituto Statale di Istruzione Superiore Agraria e Alberghiera “G. Raineri” – “G. Marcora” a Piacenza in data 20/01/2023 per illustrare un caso concreto di applicazione di agricoltura digitale e big data mostrando il funzionamento dell’app BIG VITE.</p> <p>- Altro Al fine di promuovere in maniera più mirata l’evento finale e raggiungere un numero più elevato di utenti, è stata inviata una DEM, visualizzabile al link https://a1b3b4.mailupclient.com/f/rnl.aspx/?fdd=pxypntz-.de=qz&x=pv&g7=pwqp_5-2&-g1c22-8.&x=pv&0&x=pp&sx:-187-:&x=pv&51&f_94e=pvyrnNCLM. Il materiale di progetto, contenente obiettivi e risultati, è stato regolarmente reso disponibile durante l’intera durata del Piano (24 mesi) anche in un’ottica di integrazione con la rete PEI AGRI, garantendo massima disponibilità per attività di networking e di condivisione con altri Gruppi Operativi afferenti alla Rete, anche grazie alla supervisione della banca dati aggiornata nel sito https://www.innovarurale.it/it relativamente ai GOI.</p>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti</p>	<p>Gli obiettivi sono stati interamente raggiunti, integrando/rivedendo alcune attività per rendere ancora più impattante la comunicazione del progetto. In particolare: - l’evento finale, previsto in presenza, è stato integrato con una diretta streaming attraverso il profilo Instagram di AgroNotizie®, in quanto consapevoli delle eventuali difficoltà di spostamento da parte dell’utenza interessata e della necessità di garantire la partecipazione anche da remoto. - Sono stati prodotti 2 articoli aggiuntivi rispetto ai 5 previsti da Piano.</p>

rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<ul style="list-style-type: none"> - Sono stati prodotti 2 articoli aggiuntivi rispetto ai 5 previsti da Piano. - Durante il convegno dedicato a BIG VITE nell'ambito di FierAgricola, si è deciso di registrare e divulgare l'intera registrazione anziché limitarsi ad una video-intervista. - Sono stati pubblicati 6 post aggiuntivi sui canali social, rispetto a quelli originariamente previsti. - È stata prodotta una DEM, anche se non prevista dal Piano, per raggiungere un pubblico più specializzato. - Gli articoli prodotti da testate terze (Zerounoweb.it, Agricoltura.it, ed EmiliaRomagnaVini.it) non riportano il logo del PSR in quanto il GOI ha garantito il trasferimento delle informazioni ma la grafica ed i contenuti effettivamente trasmessi risultano di competenza e sotto il presidio delle testate. Quanto riportato risulta ancora più vincolante nel caso di rassegne stampa. <p>In generale, non sono emerse criticità che hanno richiesto l'attenzione del Gruppo di lavoro.</p>
--	--

2.2 PERSONALE

- Esercizio della Cooperazione

Università Cattolica del Sacro Cuore

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Professore Ordinario	Responsabile organizzativo e scientifico	€ 73,00	42	€ 3.066,00
	Professore Associato	Supporto responsabile scientifico	€ 48,00	52	€ 2.496,00
Totale					€ 5.562,00

Cantina dei Colli Romagnoli Società Cooperativa Agricola

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Impiegato	Supporto operativo	€ 27,00	30	€ 810,00
Totale					€ 810,00

Terre Cevico Società Cooperativa Agricola

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
----------------	--------------------	-----------------------------	--------------	-----	--------------

	Impiegato	Supporto operativo e comunicazione	€ 27,00	30	€ 810,00
Totale:					€ 810,00

- Azione 1

Università Cattolica del Sacro Cuore

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Professore Ordinario	Responsabile organizzativo e scientifico	€ 73,00	11	€ 803,00
	Professore Associato	Supporto responsabile scientifico	€ 48,00	19	€ 912,00
	Ricercatore	Ricercatore	€ 31,00	26	€ 806,00
	Assegnista di ricerca	Analisi dati, indici, modelli	€ 14,98	172	€ 2.576,21
Totale:					€ 5.097,21

Cantina dei Colli Romagnoli Società Cooperativa Agricola

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Impiegato	Supporto operativo	€ 27,00	15	€ 405,00
Totale:					€ 405,00

Terre Cevico Società Cooperativa Agricola

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Impiegato	Supporto operativo e comunicazione	€ 27,00	15	€ 405,00
Totale:					€ 405,00

Azienda Agricola Il Poggiarello S.S. Società Agricola

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Imprenditore agricolo	Partecipazione e supporto attività	€ 19,50	4	€ 78,00
Totale					€ 78,00

Società Agricola Podere Pradarolo S.r.l.

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Imprenditore agricolo	Partecipazione e supporto attività	€ 19,50	4	€ 78,00
Totale					€ 78,00

- Azione 2

Università Cattolica del Sacro Cuore

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Professore Ordinario	Responsabile organizzativo e scientifico	€ 73,00	33	€ 2.409,00
	Professore Associato	Supporto responsabile scientifico	€ 48,00	67	€ 3.216,00
	Ricercatore	Ricercatore	€ 31,00	86	€ 2.666,00
	Assegnista di ricerca	Analisi dati, indici, modelli	€ 14,98	516	€ 7.728,63
Totale					€ 16.019,63

Cantina dei Colli Romagnoli Società Cooperativa Agricola

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
-----------------------	---------------------------	------------------------------------	---------------------	------------	---------------------

	Impiegato	Supporto operativo	€ 27,00	76	€ 2.052,00
Totale					€ 2.052,00

Terre Cevico Società Cooperativa Agricola

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Impiegato	Supporto operativo e comunicazione	€ 27,00	22	€ 594,00
Totale					€ 594,00

Azienda Agricola Il Poggiarello S.S. Società Agricola

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Imprenditore agricolo	Partecipazione e supporto attività	€ 19,50	28	€ 546,00
Totale					€ 546,00

Società Agricola Podere Pradarolo S.r.l.

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Imprenditore agricolo	Partecipazione e supporto attività	€ 19,50	28	€ 546,00
Totale					€ 546,00

- Azione 3

Università Cattolica del Sacro Cuore

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Professore Ordinario	Responsabile organizzativo e scientifico	€ 73,00	48	€ 3.504,00

Gatti Matteo	Professore Associato	Supporto responsabile scientifico	€ 48,00	102	€ 4.896,00
	Ricercatore	Ricercatore	€ 31,00	149	€ 4.619,00
	Assegnista di ricerca	Analisi dati, indici, modelli	€ 14,98	774	€ 11.592,94
Totale					€ 26.611,94

Cantina dei Colli Romagnoli Società Cooperativa Agricola

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Impiegato	Supporto operativo	€ 27,00	112	€ 3.024,00
Totale					€ 3.024,00

Terre Cevico Società Cooperativa Agricola

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Impiegato	Supporto operativo e comunicazione	€ 27,00	24	€ 648,00
Totale					€ 648,00

Azienda Agricola Il Poggiarello S.S. Società Agricola

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Imprenditore agricolo	Partecipazione e supporto attività	€ 19,50	34	€ 663,00
Totale					€ 663,00

Società Agricola Podere Pradarolo S.r.l.

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Imprenditore agricolo	Partecipazione e supporto attività	€ 19,50	34	€ 663,00
Totale					€ 663,00

- Divulgazione

Università Cattolica del Sacro Cuore

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Professore Ordinario	Responsabile organizzativo e scientifico	€ 73,00	19	€ 1.387,00
	Professore Associato	Supporto responsabile scientifico	€ 48,00	35	€ 1.680,00
	Ricercatore	Ricercatore	€ 31,00	48	€ 1.488,00
	Assegnista di ricerca	Analisi dati, indici, modelli	€ 14,98	218	€ 3.265,19
Totale					€ 7.820,19

Cantina dei Colli Romagnoli Società Cooperativa Agricola

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Impiegato	Supporto operativo	€ 27,00	46	€ 1.242,00
Totale					€ 1.242,00

Terre Cevico Società Cooperativa Agricola

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
----------------	--------------------	-----------------------------	--------------	-----	--------------

	Impiegato	Supporto operativo e comunicazione	€ 27,00	47	€ 1.269,00
Totale:					€ 1.269,00

Azienda Agricola Il Poggiarello S.S. Società Agricola

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Imprenditore agricolo	Partecipazione e supporto attività	€ 36,41	33	€ 1.201,53
Totale:					€ 1.201,53

Società Agricola Podere Pradarolo S.r.l.

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	Imprenditore agricolo	Partecipazione e supporto attività	€ 36,41	33	€ 1.201,53
Totale:					€ 1.201,53

2.3 MATERIALI E LAVORAZIONI DIRETTAMENTE IMPUTABILI ALLA REALIZZAZIONE DEI PROTOTIPI

Descrivere i prototipi realizzati e i materiali direttamente imputabili nella loro realizzazione

--

Fornitore	Descrizione	Costo
Totale:		

spesa e importo del contributo richiesto

L'attività di formazione è stata espletata grazie all'attuazione di due iniziative: un corso di formazione (ID proposta: 5377220) a cui hanno partecipato 6 corsisti e un viaggio studio (ID proposta: 5518835) a cui hanno aderito 12 agricoltori.

2.8 SPESE GENERALI

Università Cattolica del Sacro Cuore: € 46.795,42

Cantina dei Colli Romagnoli Società Cooperativa Agricola: € 1.883,24

Terre Cevico Società Cooperativa Agricola: € 931,50

Società Agricola Podere Pradarolo S.r.l.: € 622,13

Azienda Agricola Il Poggiarello S.S. Società Agricola: € 622,13

3 CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ

Lunghezza max 1 pagina

Criticità tecnico scientifiche	Nessuna
Criticità gestionali (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.)	Nessuna
Criticità finanziarie	Nessuna

4 - ALTRE INFORMAZIONI

Riportare in questa sezione eventuali altri contenuti tecnici non descritti nelle sezioni precedenti

Nessuna

5 - CONSIDERAZIONI FINALI

Riportare qui ogni considerazione che si ritiene utile inviare all'Amministrazione, inclusi suggerimenti sulle modalità per migliorare l'efficienza del processo di presentazione, valutazione e gestione di proposte da cofinanziare

Emerge, ancora una volta, la difficoltà delle imprese coinvolte a procedere in maniera autonoma con la rendicontazione finale. Ciononostante, l'Ufficio Ricerca preposto abbia fornito costante assistenza.

6 - RELAZIONE TECNICA

Descrivere le attività complessivamente effettuate, nonché i risultati innovativi e i prodotti che caratterizzano il Piano e le potenziali ricadute in ambito produttivo e territoriale

INTRODUZIONE

Il settore viti-vinicolo italiano è sempre più soggetto ad una competizione tra i nuovi attori e distretti viti-vinicoli, che porta alla necessità di effettuare analisi sempre più mirate per migliorare l'integrazione della filiera e incrementare il potenziale commerciale e la resilienza del sistema. Ad oggi, con l'avvento degli strumenti digitali, è possibile fare scelte prescrittive e predittive semplicemente impensabili fino a pochi anni orsono.

Lo stato dell'arte sulle applicazioni di Big Data in vitivinicoltura lascia aperti spazi vastissimi di implementazione relativi a tutti i segmenti della filiera. Il numero e la portata dell'innovazione raggiungibile dipendono, non solo dalle 3V della catena dei Big data (volume, velocità e varietà), ma anche da come questi input potranno integrarsi con la percezione, l'esperienza e la lungimiranza dell'agronomo o del tecnico viticolo.

Il risultato finale che ci si attende da un'applicazione di Big Data è una innovazione "data driver", ovvero generata dai dati, che porta ai seguenti output:

- Risultati descrittivi
- Risultati predittivi
- Risultati predittivi

L'obiettivo primario e generale del progetto BIG VITE è stato quello di strutturare e testare l'efficacia, nella filiera viti-vinicola, di un protocollo operativo che consentisse ai vari attori della filiera non solo di familiarizzare con lo strumento dei *Big Data* ma, soprattutto, di comprendere che le informazioni recuperabili da queste analisi possono portare a scelte aziendali più performanti e ad una gestione più sostenibile dell'impresa.

Il Gruppo Operativo del Piano si è confermato pienamente coerente con gli obiettivi mentre l'insieme delle competenze tecnico-scientifiche, delle strumentazioni e delle strutture logistico-operative messe a disposizione dagli attori operanti a diversi livelli della filiera nonché la presenza di due cantine sociali e di un'azienda informatica che utilizza un mix di tecnologie, quali Power BI e Machine Learning, hanno permesso di completare tutte le fasi per lo sviluppo dell'applicativo che, a progetto concluso, ha già raggiunto un TRL (Technology Readiness Level) di 7.

Azione 1

Nell'azione 1, Il GOI BIG VITE, si è posto l'obiettivo di predisporre, a partire da un dataset iniziale, di uno strumento informatico, tecnicamente detto "cruscotto" (ovvero un'interfaccia user-friendly) che, partendo da un *database* grezzo e non organizzato di dati di conferimento uva e di altri parametri aziendali, fornisca elementi immediatamente elaborati e visualizzati.

Le aziende partner Cantine Colli Romagnoli, Az. Agricola Podere Pradarolo e Il Poggiarello, si sono impegnate a fornire i primi dati preliminari di conferimento uve disponibili (dal 2015 al 2020) e, nello specifico: la quantità di uva conferita/raccolta, il grado zuccherino, l'acidità titolabile, l'alcol potenziale, il monte gradi, il pH e l'acidità totale dei mosti ove disponibili. Il tutto per 22 vigneti selezionati in varie aree della Regione proprio al fine di avere una sufficiente variabilità in termini di vitigni e di condizioni pedo-climatiche.

I dati sono stati inseriti su un classico foglio Excel (Tabella 1) e successivamente condivisi con l'azienda informatica Latitudo S.r.l, esperta in *Big Data Analytics*, che ha inserito il database grezzo nella piattaforma Azure di Microsoft.

Questa piattaforma, oltre a calcolare e visualizzare i vari parametri descrittivi, produrre grafici ed effettuare semplici correlazioni e regressioni, è in grado di incrementare le capacità di calcolo all'aumentare dei dati inseriti, permettendo quindi di estendere sempre di più il dataset. Lo strumento ha la potenzialità, attraverso il *Machine Learning*, di implementare, analizzare e

registrare i dati in modo sistemico e fluido. In aggiunta, l'applicativo presenta dei "filtri" che consentono all'operatore di visualizzare solo gli elementi di interesse (es. una specifica annata o uno specifico vitigno).

Questa azione ha prodotto uno strumento informatico che mostra, in maniera chiara ed immediata attraverso l'impiego di grafici, i primi dati di sintesi (Figura 1).

Inoltre, vista la necessita di creare un modello previsionale delle principali fasi fenologiche, in entrambe le stagioni vegetative, sono stati effettuati rilievi in campo per stimare la date di accadimento del germogliamento, della fioritura e dell'invaiaitura (Foto 1). I protocolli utilizzati per la stima sono riportati nell'allegato 1.1. mentre, nell'allegato 1.2, sono restituite le date osservate in campo delle 3 fasi fenologiche per la stagione 2021.

Azione 2

L'azione 2 si è focalizzata sull'estensione del cruscotto di gestione dei dati a tutti i partner del Piano. Sono stati forniti i seguenti dati per i 22 vigneti selezionati:

- **Meteo:** evapotraspirazione oraria (mm/h), intensità del vento (km/h), precipitazioni (mm), radiazione solare (W/m^2), sommatoria termica base $10^\circ(C)$, temperatura del suolo (0-30 cm), del sottosuolo (30-60 cm), temperatura dell'aria massima, media e minima ($^\circ C$) e umidità relativa (%);
- **Aziendali:** anagrafici e di geo-localizzazione;
- **Agronomici:** caratteristiche chimiche e fisiche del suolo, nello specifico: percentuale di sabbia, limo, argilla, sostanza organica, calcare attivo e calcare totale.

I dati meteo sono stati poi utilizzati per creare uno storico dell'andamento climatico e per i calcoli degli indici bioclimatici descritti nell'azione 3.

La tessitura del suolo, in associazione con il contenuto in sostanza organica è servita per ricavare, tramite un soil calculator disponibile online in open-access, la riserva idrica utile (RIU), ovvero la quantità massima di acqua che il suolo è in grado di trattenere e rendere disponibile alla vite. La RIU è stata utilizzata per calcolare l'indice di siccità (W) e per il bilancio idrico stagionale dei vigneti descritto nell'azione 3.

La validazione delle procedure di immissione, correzione e analisi dei dati è durata per tutto il decorso del Piano, attraverso una calibrazione di tipo puntiforme dei 22 vigneti selezionati.

Questa azione è servita per avere un quadro completo e organizzato dei dati relativi alle aziende agricole interessate (Figura 2, 3 e 4) e per predisporre le basi per il calcolo del bilancio idrico.

Azione 3

L'azione 3 si è concentrata sull'implementazione della piattaforma a scopo previsionale.

Le variabili climatiche (Figura 5), elencate nell'azione 2 (previsione di 7 giorni), sono state acquisite da stazioni meteo presenti nelle aree di partenariato, in modo da garantire le migliori condizioni di prossimità geografica tra parametri ambientali e parametri agronomici oggetti di previsione.

Con i dati meteorologici storici, sono stati calcolati il numero di giorni e alcuni indici bioclimatici (cfr. allegato 3.1, tabella 1), ovvero parametri che integrano l'effetto del clima e l'attività biologica delle piante (nel nostro caso la vite) per l'intero ciclo vegetativo (germogliamento – vendemmia) oppure per le sottofasi specifiche di germogliamento-fioritura, fioritura-invaiaitura e invaiaitura-vendemmia e per il mese di maggio (induzione fiorale della vite). Questi indici sono stati selezionati considerando due criteri: i) la presenza della temperatura dell'aria (e/o del suolo), parametro ambientale efficace nel determinare il comportamento vegeto-produttivo della vite e ii) altri parametri da associare alla temperatura, in modo da tenere conto del potenziale effetto limitante di quest'ultima. Inoltre, per tutti gli indici, è stato calcolato il coefficiente di variazione (CV), nell'arco di 10 anni (2012-2022), per valutarne l'affidabilità predittiva. I valori dei CV (cfr.3.1, tabelle da 2 a 5), considerando tutti gli indici, avevano una percentuale più bassa, quindi una migliore stabilità nel tempo, per l'intero ciclo vegetativo rispetto alle sottofasi specifiche mentre, l'indice risultato più affidabile, sotto il profilo predittivo, è stato la radiazione solare cumulata.

È stato creato un modello previsionale delle principali fasi fenologiche utilizzando le date

osservate in campo e le variabili climatiche elencate in figura 6. La previsione delle fasi fenologiche ha seguito il paradigma della classificazione binaria degli eventi (Kadous, 2002), dove ogni data può avere solo due risultati possibili: "1" se in quella data è stato registrato un evento fenologico e "0" se non si è verificato. Inoltre, è stato creato un modello distinto per ogni fase fenologica per poter applicare la tecnica dell'Oversampling (aumento dei casi positivi) e del Undersampling (diminuzione dei casi negativi) (Kamilaris et al., 2017). È stato selezionato il modello XGBoost che presentava il valore più basso della radice dell'errore quadratico medio (RMSE), ovvero una misura che mostra le differenze tra i valori previsti e i valori osservati. In figura 6, è riportata la matrice di correlazione di 10 variabili climatiche con il tempo, espresso in giorni giuliani, trascorso tra il 1° gennaio e la data di avvenimento della fase fenologica.

La previsione ha preso in considerazione l'orizzonte temporale futuro fornito dalla fonte di dati meteorologici (7 giorni) e una finestra temporale prestabilita (GG=giorno giuliano) per ogni evento fenologico (da 65 a 100 per il germogliamento; da 140 a 175 per la fioritura; da 190 a 230 per l'invaiaitura, riferiti come giorno giuliano). Il modello si è allenato su 19 dei vigneti selezionati, mentre i restanti 3 (UP 6,10 e 19) sono serviti per testarlo.

I risultati hanno mostrato quanto segue: la previsione del germogliamento presentava un'accuratezza, espressa come RMSE, di 5,36 giorni che, considerando il set di dati limitato, è un riscontro più che soddisfacente. La fioritura è risultata essere dipendente solo dai gradi giorno (GDD), mostrando però un'accuratezza molto buona (RMSE =0,77). Infine, le previsioni dell'invaiaitura hanno confermato il ruolo principale dei gradi giorno ($r = 0,62$) e, sorprendentemente, una dipendenza all'umidità relativa ($r = -0,49$); in questo caso, si è osservato un valore RMSE di 3,69 giorni. In figura 7, un esempio di output finale di stima delle principali fasi fenologiche.

Nella stagione 2022, è stato calibrato e validato un modello che stima lo stress idrico in vigneto. Si è partiti dal concetto che il consumo di acqua di un vigneto dipende dalla quantità di luce che quel vigneto intercetta. Quest'ultima è stata calcolata inserendo in un programma informatico (Mathcad PTC, Boston US) sia le caratteristiche elementari del vigneto (le coordinate geografiche, la pendenza principale, l'esposizione, l'orientamento dei filari, lo spessore e l'altezza massima della chioma, e la distanza tra i filari) sia le equazioni e le funzioni che permettono di identificare le componenti della radiazione solare (La calibrazione del modello di luce intercettata è stata realizzata nel vigneto sperimentale dell'UCSC, attraverso l'utilizzo di una barra luminosa su cui sono stati montati dei fotodiodi che misurano esattamente la quantità di luce intercettata sotto la chioma e quindi, la parte in ombra e la parte di luce captata. La differenza tra la luce che arriva sopra la chioma e quella catturata sotto permette di individuare la quantità di luce intercettata. Le misure dell'intercettazione luminosa totale della chioma (Foto 2, sinistra) sono state effettuate in tre date durante la stagione, il 30 giugno, l'8 luglio e il 18 settembre, in condizioni di cielo sereno, ad intervalli di 2 ore tra le 8:00 e le 18:00.

Invece, per dedurre la traspirazione della chioma, è stato utilizzato un approccio di regressione multipla lineare e non lineare (quadratica) utilizzando la luce intercettata simulata dal modello (% , variabile indipendente), la quantità di luce diretta totale ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, variabile indipendente) e il deficit di pressione di vapore (VPD, KPa, variabile indipendente). L'accuratezza del modello di regressione multipla lineare e non lineare è stata testata su 16 giorni, compresi tra il 16 giugno e il 10 agosto, con un sistema di misura continua di scambi gassosi (Foto 2, destra).

Questo modello di stima dell'evapotraspirazione della chioma, con l'aggiunta dell'evapotraspirazione del suolo e del cotico erboso, ha permesso di sviluppare un bilancio idrico stagionale del vigneto partendo dalla riserva idrica utile (RIU) a cui, progressivamente, venivano aggiunte le precipitazioni e sottratta l'evapotraspirazione effettiva giornaliera. In base alle informazioni rilasciate dal bilancio idrico, il software ha poi erogato, via sms, due allarmi di stress idrico, uno al 60% della RIU e l'altro al 40%.

Il flusso dei processi logici per il raggiungimento del bilancio idrico stagionale è schematizzato in figura 8, mentre un esempio dell'output finale è mostrato in figura 9.

Inoltre, nel 2021 e nel 2022, sono stati rilevati gli scambi gassosi fogliari e il potenziale idrico fogliare (a mezzogiorno e all'alba) di tre vigneti (cfr. allegato 3.2, tabella 1 e 2) per la convalida fisiologica degli avvisi di stress idrico emessi dall'applicativo. Il confronto ha riportato, su un totale

di 14 eventi, 9 corretti, 2 falsi positivi e 3 falsi negativi, un risultato iniziale che può essere considerato decisamente incoraggiante se si considera il non trascurabile dettaglio che il modello “gira” in assenza totale di dati proveniente da sensori fissi, spesso costosi e ingombranti. Infine, è stato creato un video tutorial con le linee guida per l’utilizzo corretto dell’applicativo BIG VITE.

In conclusione, l’applicazione sviluppata in questo progetto ha una rilevanza lungo tutta la filiera ed impatti positivi in termini economici ambientali e sociali perché utilizza tecnologie avanzate che includono, non solo l’analisi dello storico, ma anche previsioni circa l’andamento futuro. È fondamentale enfatizzare l’enorme potenziale di questo *tool* che non ha alcun limite di capienza e quindi, può essere continuamente integrato con qualsiasi tipo di dato. Inoltre, i due modelli di stima dello stress idrico e delle principali fasi fenologiche potranno essere progressivamente migliorati aumentando i dataset a disposizione.

Bibliografia

Kadous, M.W., 2002. Temporal classification: Extending the classification paradigm to multivariate time series. Citeseer.

Kamilaris, A., Kartakoullis, A., Prenafeta-Boldú, F.X., 2017. A review on the practice of big data analysis in agriculture. Computers and Electronics in Agriculture. 143, 23-37

Tabella 1. Esempio di database grezzo di conferimento uve per l’unità produttiva (UP) 18 dal 2014 al 2019.

UP	ANNO	DATA BOLLA inizio vend	NUM.BOL LA	VITIGNO	GRADO	ACID.	PH	KG UVA	MTGR
Qdc_18	2014	16/09/2014	393	Trebbiano	08,30°	10,66	3,13	6.060	49.795,02
Qdc_18	2015	15/09/2015	426	Trebbiano	09,20°	7,66	3,21	10.240	94.208,00
Qdc_18	2016	17/09/2016	664	Trebbiano	10,10°	6,84	3,32	7.640	77.164,00
Qdc_18	2017	02/09/2017	419	Trebbiano	10,80°	8,12	3,49	3.620	39.096,00
Qdc_18	2018	08/09/2018	497	Trebbiano	08,70°	7,77	3,14	8.720	75.864,00
Qdc_18	2019	20/09/2019	654	Trebbiano	09,90°	7,43	3,20	9.260	91.674,00

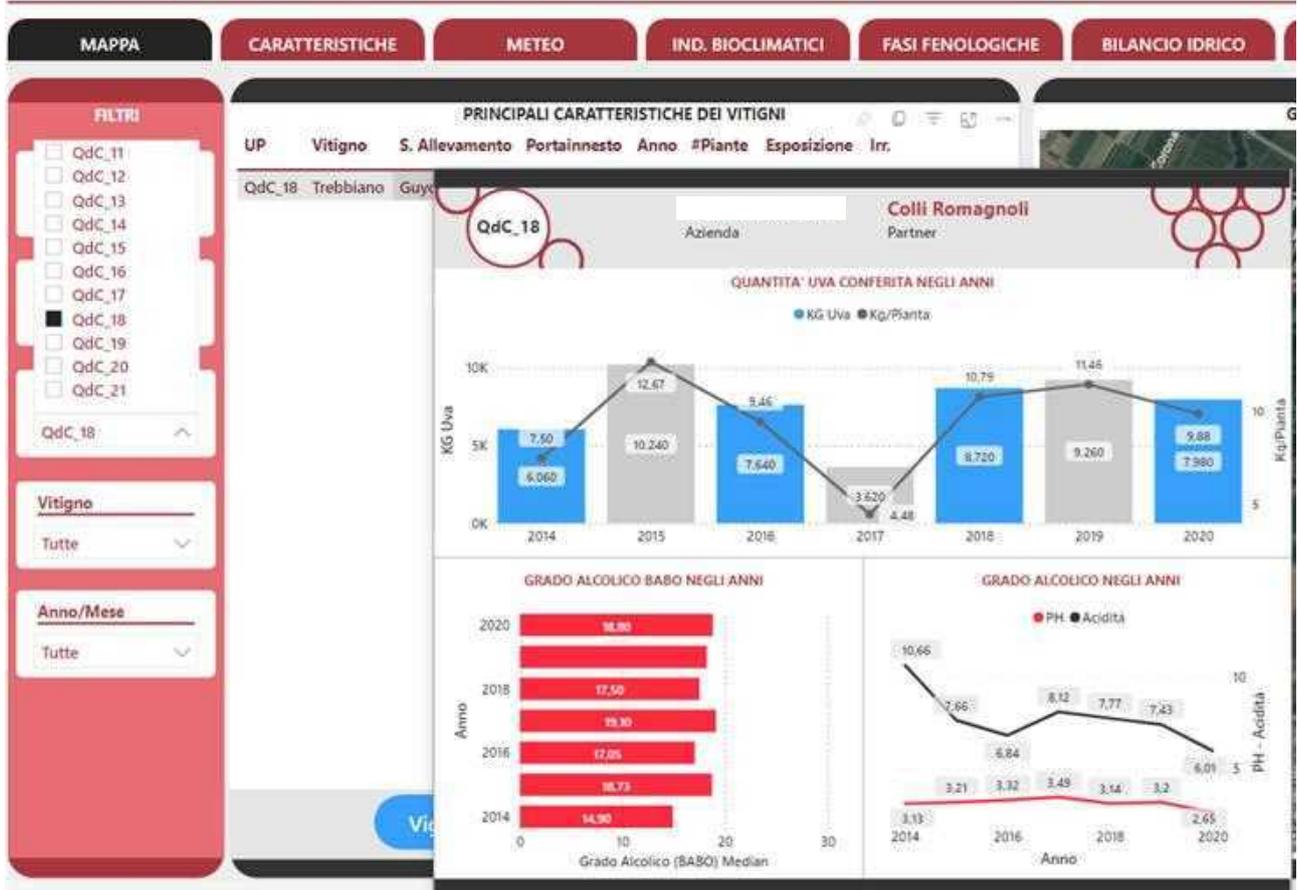


Figura 1. Esempio di rappresentazione grafica dei dati di conferimento uva per l'unità produttiva 18 (selezionata tramite filtro).



Foto 1. Rilievi per la stima della data di germogliamento (a e b), fioritura (c) e invaiatura (d).

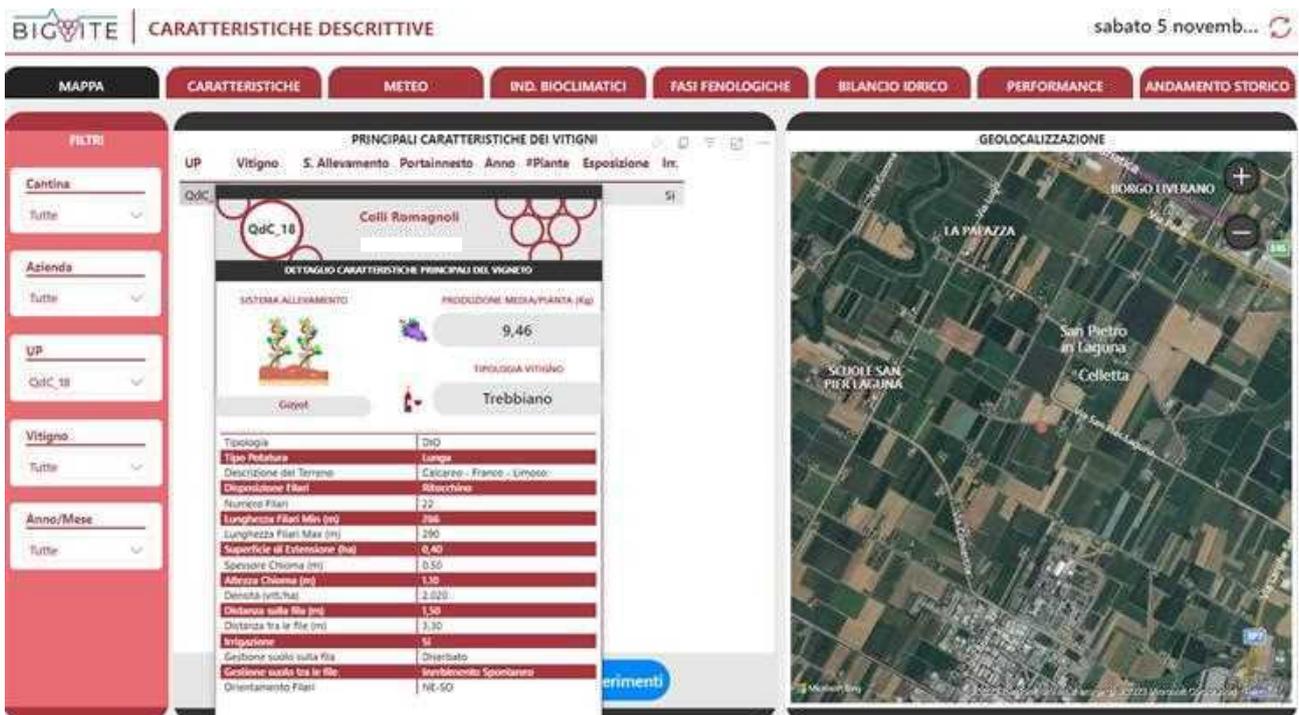


Figura 2. Esempio delle principali caratteristiche dell'unità produttiva 18, con relativa geolocalizzazione sulla mappa.

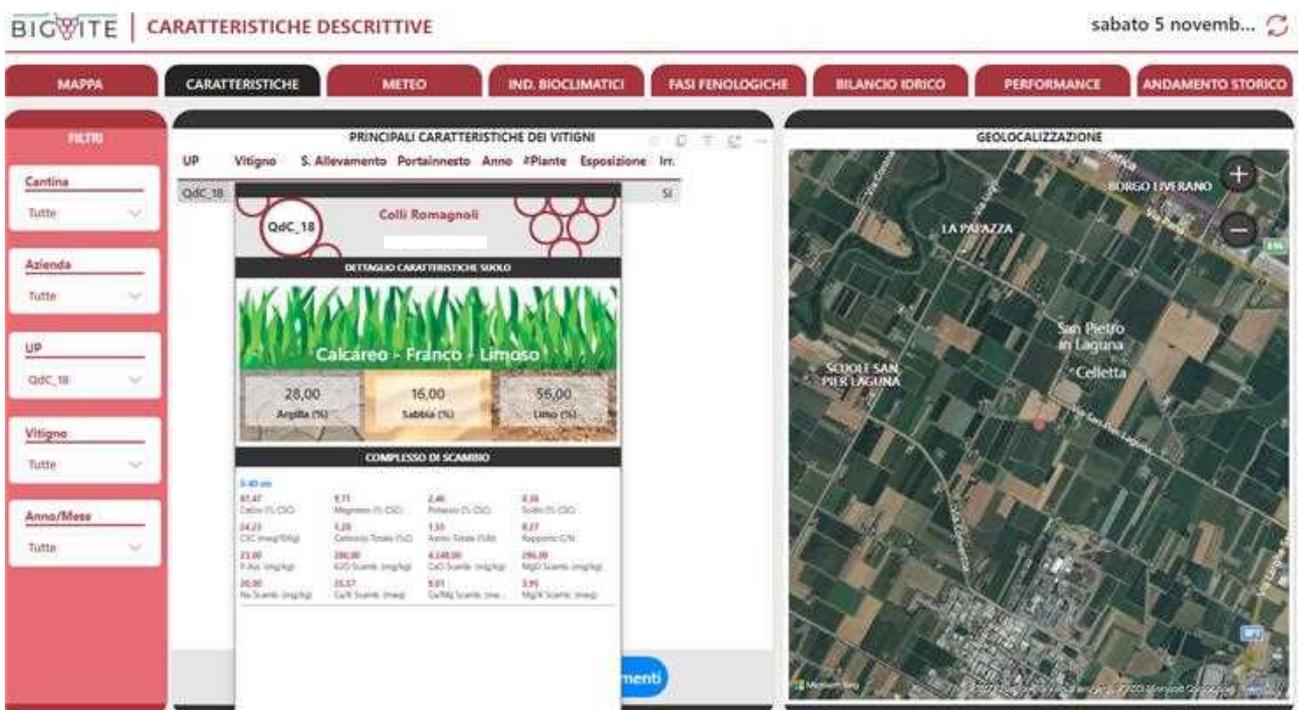


Figura 3. Esempio delle caratteristiche fisico-chimiche del suolo dell'unità produttiva 18 e relativa geolocalizzazione sulla mappa.



Figura 4. Esempio dell'analisi dell'andamento storico (dal 2012 al 2022) del meteo, della produzione e del numero di giorni dell'intero ciclo vegetativo (da germogliamento a vendemmia) dell'unità produttiva 18.

CARATTERISTICHE METEO IND. BIOCLIMATICI FASI FENOLOGICHE

ANDAMENTO CLIMATICO (FORECASTING 7 gg)

UP	Prec. (mm)	T MIN (°C)	T AVG (°C)	T MAX (°C)	Umidità (%)	Vento (Km/h)
QdC_18						
06/11/2022	0,00	9,00	12,50	17,70	58,00	7,06
07/11/2022	0,00	9,80	13,70	19,20	50,00	4,59
08/11/2022	0,00	10,90	14,10	20,20	59,00	5,02
09/11/2022	0,00	9,50	14,10	20,90	72,00	7,31
10/11/2022	0,00	10,90	14,30	19,40	73,00	6,72
11/11/2022	0,00	11,10	13,30	17,60	78,00	5,61
12/11/2022	0,00	8,10	12,10	15,60	70,00	15,30

Figura 5. Esempio della previsione dei dati meteo per l'unità produttiva 18.

Variabile	Coefficiente di correlazione		
	G	F	I
T _{max} (°C)	0.36	0.06	0.1
T _{min} (°C)	0.08	0.2	-0.02
T _{mean} (°C)	0.3	0.14	-0
T _{suolo} (°C)	0.42	0.05	-0.08
RH (%)	-0.32	-0.01	-0.49
ET _p (mm/giorno)	0.75	0.1	-0.17
VPD (kPa)	0.34	0.06	0.34
RAD cumulata (W/m ²)	0.8	0.21	-0.24
GDD (°C)	0.74	0.5	0.62
Intensità del vento (Km/h)	0.11	-0.36	-0.26

Giorno Giuliano

Figura 6. Matrice di correlazione in forma di heatmap di 10 variabili rispetto al tempo (giorno giuliano) trascorso tra il 1° gennaio e la data dello stadio fenologico osservato. Per ogni correlazione, il numero di osservazioni è 38. GDD= gradi giorno, base di 10°C, G= germogliamento, F= fioritura e I=invaiaitura.



Figura 7. Esempio di previsione delle principali fasi fenologiche dell'unità produttiva 18 nella stagione 2022.



Foto 2. Sinistra: misure in campo della luce totale intercettata (LTI) con una barra luminosa che viene progressivamente spostata lungo il filare per catturare l'ombra della chioma al suolo. Destra: un gruppo di tre viti su cui viene misurato, in continuo, lo scambio gassoso dell'intera chioma. La foto è stata scattata l'8 luglio 2022.

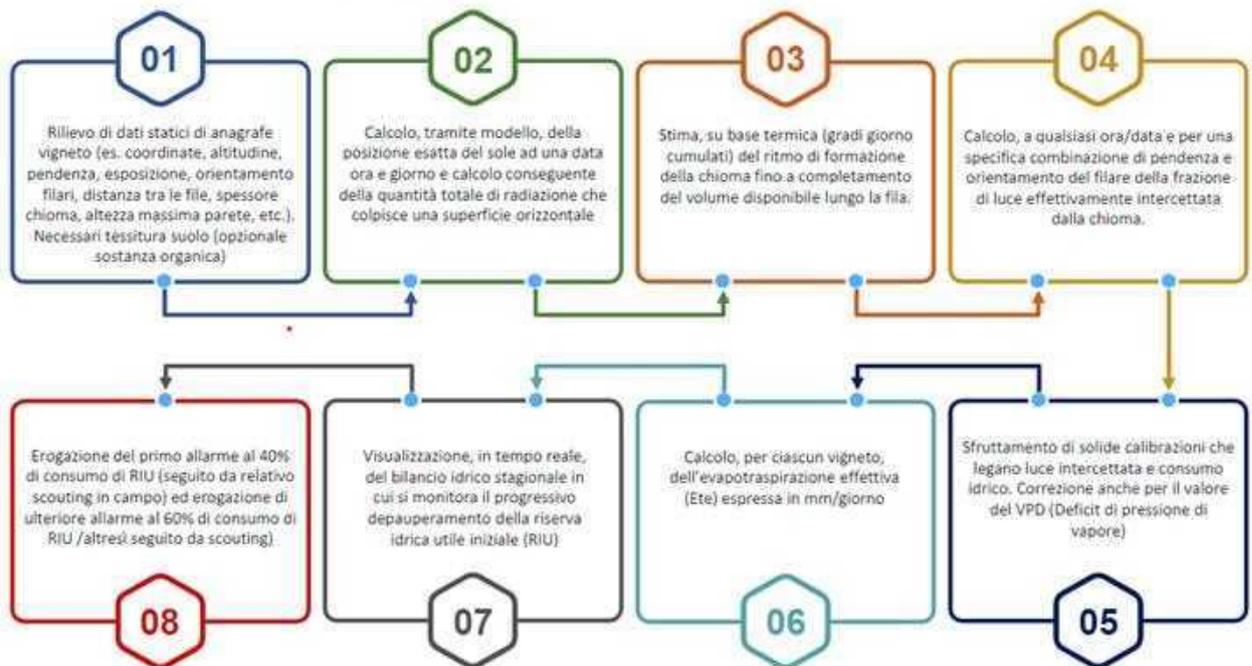


Figura 8. Schema con i passaggi logici per il modello di stima dello stress idrico in vigneto.

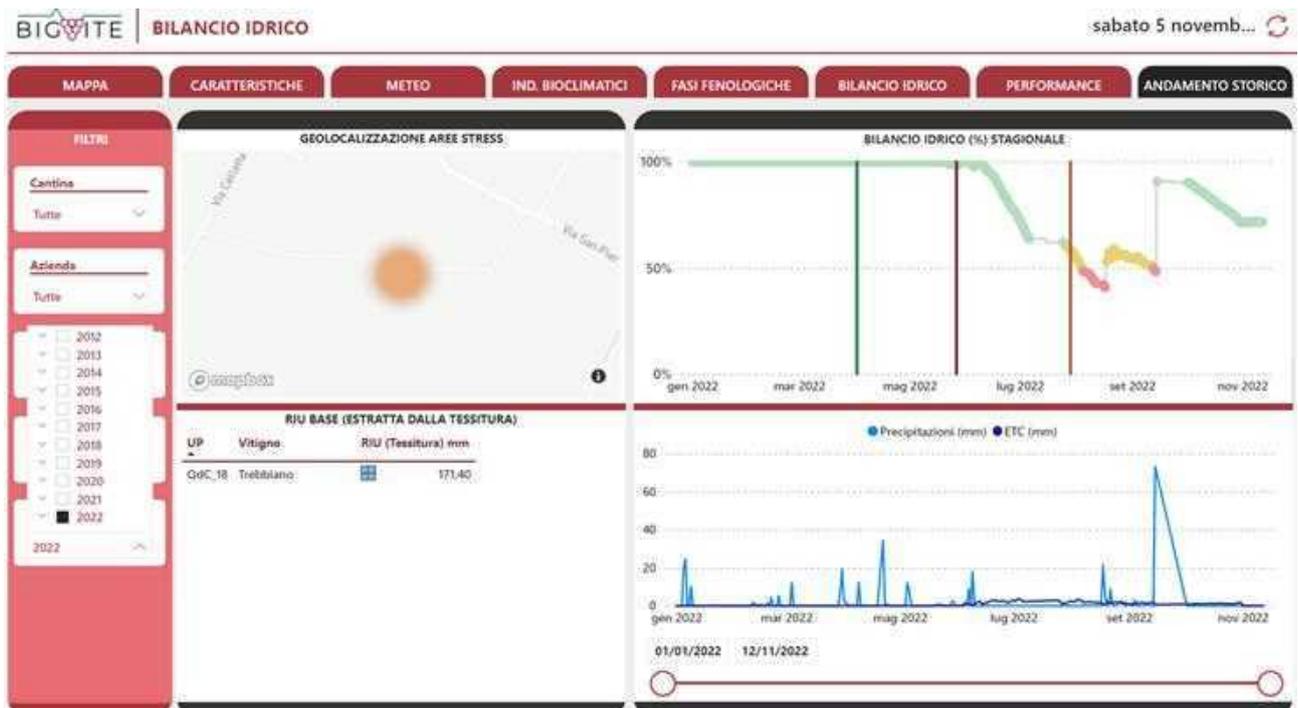


Figura 9. Esempio di bilancio idrico della stagione 2022 per l'unità produttiva 18 (in alto a destra), andamento delle precipitazioni e dell'evapotraspirazione effettiva (ETe) (in basso a destra), geolocalizzazione dell'area di stress idrico (in alto a sinistra) e RIU in mm (in basso a sinistra).

Data 04/05/2023

IL RESPONSABILE
SCIENTIFICO¹

¹ Il documento, trasmesso per via telematica, deve essere sottoscritto con firma autografa e presentato unitamente a copia del documento di identità in corso di validità ovvero sottoscritto con firma digitale. (art 65 D.Lgs. 82/2005 C.A.D.). Ai sensi dell'art.24 del C.A.D., è legittima l'apposizione della firma digitale generata con certificato valido, non revocato o sospeso alla data della sottoscrizione. La struttura competente provvederà alla verifica della stessa.