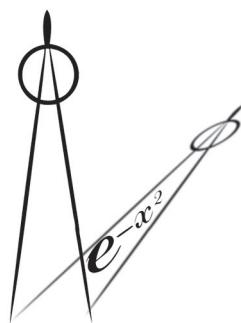




Alla ricerca di un algoritmo per la coltivazione del nocciolo

Analisi territoriale delle criticità climatiche e dei principali fattori di stress produttivo



Gianni Ginnasi

Campagna 2024 - 2025

Documento tecnico - divulgativo

per la lettura agroclimatica e la valutazione
delle condizioni produttive del nocciolo







Ricordando Giulia Geraldini
la sua curiosità scientifica e la capacità di far dialo-
gare i dati con l'osservazione diretta in campo







INDICE

Prefazione

Introduzione

Criticità della corilicoltura

I cambiamenti climatici

Gestione dello stress idrico e termico

Tabella cronologica delle criticità - Quadro generale

Metodo di lavoro

Dove sono collocate le centraline meteo climatiche

Cosa possono mostrarci

Approfondimento monitoraggio parametri

Sintesi delle criticità per fase fenologica

La necessità di un'analisi integrata dei dati

Conclusioni

Bibliografia essenziale







*Al mio presidente Pietro Bruziches
per un'agricoltura rigenerativa*

Prefazione

Nessuno meglio degli agricoltori conosce i cambiamenti climatici. Sono i primi a testimoniare eventi estremi come ondate di calore, siccità prolungate o precipitazioni irregolari che, inevitabilmente, mettono a dura prova gli esiti dei raccolti fino ad arrivare a danni irreparabili o cali preoccupanti di produttività.

Anche se le prospettive future non sono poi così ottimistiche considerato l'attuale andamento climatico, molto si sta facendo - e si dovrà continuare a fare - in termini, anzitutto, di consapevolezza del problema, di adattamento delle pratiche agricole ai cambiamenti climatici, di eventuali riduzioni di emissioni dannose al clima stesso.

Attualmente, anche in agricoltura si stanno impiegando tecnologie innovative e sistemi di monitoraggio ambientale che certamente contribuiranno sempre più ad una intelligente razionalizzazione del lavoro agricolo con conseguenti benefici per le produzioni.

Si parla di sistemi di monitoraggio climatico e allerta per prevedere l'insorgenza di patologie nelle piante e di eventi estremi come gelate tardive o grandinate, consentendo interventi immediati; e si parla di agricoltura di precisione che sfrutta i dati provenienti da sensori - nel suolo o sulle piante - per applicare in maniera mirata acqua, fertilizzanti o fitofarmaci solo dove e quando necessario. Si parla così di agricoltura di precisione che aiuterà a realizzare un'agricoltura rigenerativa.

Pertanto, lo scorso 16 dicembre la Commissione Europea per l'Agricoltura ha pubblicato - come ad ogni fine anno - l'ultima relazione sulle prospettive agricole dell'UE fino al 2035. La relazione descrive una crescita continua della produttività, seppure a un ritmo più lento, a fronte delle sfide poste dai cambiamenti climatici e dalla disponibilità e accessibilità economica dei fattori di produzione, mentre l'agricoltura dell'UE si sta trasformando verso sistemi di produzione più sostenibili.

Ecco, dunque, che attraverso l'analisi degli schemi allegati alla presente pubblicazione - relativi all'anno 2025 - è già possibile avere un quadro dell'andamento medio climatico stagionale che - costantemente aggiornato - potrà rivelarsi preziosissimo per il futuro sul nostro territorio.

La proposta che leggerete in queste pagine può costituire una piccola documen-





tazione ed uno stimolo verso un'Agricoltura Rigenerativa¹ che potrà rivelarsi vantaggiosa per tutti coloro che vorranno considerarla con lungimiranza.



¹ Agricoltura rigenerativa - Propone un modello di coltivazione che non si limita a ridurre l'impatto ambientale, ma rinnova gli ecosistemi, restituendo alla terra più di quanto le viene tolto.





Introduzione

Il presente lavoro, dettato dall'esperienza personale e da molte difficoltà condivise con altri agricoltori del territorio della Toscana, si propone come metodo di riflessione e ricerca di soluzioni scegliendo un linguaggio il più possibile accessibile a tutti e non solo tecnicamente specifico.

Sul nostro territorio sono state installate numerose centraline climatiche sia da privati, che da cooperative e /o da enti pubblici che raccolgono dati fondamentali per una ragionata gestione delle colture. Dai più recenti risultati dei raccolti di nocciole si evidenzia una produzione sul territorio a macchia di leopardo probabilmente frutto di un utilizzo non sistematico dei dati meteorologici forniti dalle centraline e limitato a singole aziende.

La conoscenza di questi dati organicamente raccolti può divenire riferimento prezioso per ogni agricoltore in termini di economicità, organizzazione del lavoro, miglioramento e aumento di produttività, nonché attenzione e sostenibilità territoriale.

Si potranno scoprire inesattezze (le ore di rilevamento dati, difforme taratura delle centraline stesse, necessità di diverse programmazioni tra estate e inverno) ma una volta risolte, l'analisi dei dati, la loro comparazione e valutazione, saranno senz'altro di rilevante utilità per l'attività umana sul territorio.

Umidità del terreno, dell'aria, delle foglie, la velocità del vento, lo stress termico sono tutti dati che dovrebbero essere incrociati in un unico database costituito dalle varie centraline che potrà dare la corretta applicazione alle tecniche agricole.

Utilizzando poi le tante variabili che si possono rilevare in una tabella con l'incrocio dei dati e le possibili connessioni tra essi, questa - validata (in un algoritmo) - potrà contribuire a comprendere se, in quel momento, uno specifico trattamento potrà essere utile o meno, se un'allerta può avere una risposta condivisa o individuale, se l'impiego di una particolare cultivar può avere successo nell'adattarsi al clima rispetto ad altre.

È in questa collaborazione sinergica che può scaturire un'agricoltura di precisione che recupera e riabilita il terreno, un'agricoltura rigenerativa: il futuro.

Non si ha certo la pretesa di dare delle risposte definitive, ma soltanto il desiderio di proporre metodi di lavoro da condividere per affrontare insieme i problemi





che già si stanno evidenziando soprattutto in termini di cambiamenti climatici potenzialmente così dannosi.





CRITICITÀ DELLA CORILICOLTURA

La manualistica sul nocciolo, seppure non cospicua, spiega che si tratta di una pianta forestale adattata alla coltivazione intensiva, ma che conserva una forte sensibilità agli sbalzi ambientali. La criticità maggiore risiede nel suo apparato radicale superficiale (0-20 cm) e nella sua strategia “water saving”²: la pianta smette di produrre non appena percepisce stress idrico o termico per preservare la propria sopravvivenza.

I cambiamenti climatici

Caratterizzati da inverni sempre più miti e anomalie termiche, i cambiamenti climatici stanno alterando il ciclo biologico della varietà Tonda Gentile, come ad esempio con

- Mancata sovrapposizione: si registra un crescente disallineamento tra la fioritura femminile della TGR e il rilascio di polline degli impollinatori.
- Nocciole vuote: questo fenomeno impedisce un’impollinazione completa, portando alla formazione di frutti privi di seme (nocciole vuote), problema emerso con estrema gravità nel 2025.

Il problema del “Mancato Freddo”

A causa degli inverni italiani sempre più miti, il nocciolo non raggiunge il suo numero di ore di freddo (che varia tra 600 e 1200 ore a seconda della varietà) con conseguente

- Fioritura a scalare: i fiori (specialmente gli amenti maschili) si aprono in tempi diversi, rendendo l’impollinazione inefficiente.
- Aborto floreale: molte gemme non si schiudono affatto o cadono, riducendo drasticamente il numero di frutti.
- Risveglio tardivo o debole: la pianta è pigra in primavera, le foglie sono piccole e la crescita dei germogli è stentata.

² Strategie di “risparmio idrico” (water saving), per preservare la sopravvivenza della pianta, portano alla chiusura degli stomi e al blocco della fotosintesi, penalizzando drasticamente la produzione.





Gestione dello Stress Idrico e Termico³

Le estati sono segnate da siccità prolungate e ondate di calore che superano i 33°C per più giorni consecutivi.

- Soglie di tolleranza: se la piovosità scende sotto i 300 mm nel periodo maggio-agosto, la produttività e la qualità ne risentono drasticamente.
- Vulnerabilità delle giovanissime piante: i nocioleti appena impiantati sono i più colpiti da queste condizioni, che destabilizzano il ciclo vegetativo e indeboliscono le difese naturali delle piante.
- Cascola Pre-raccolta (Caduta dei frutti)
- È una delle criticità principali dell'ultimo triennio (2023/2025).
- Fattori scatenanti: iniziando a giugno, la cascola è causata dalla combinazione di stress termico, scarsità di nutrienti e attacchi parassitari.
- Impatto nel 2024-2025: nel 2024 la produzione è crollata da 40 q/ha, e nel 2025 si sono avute perdite superiori al 70% in molte aziende.
- Recrudescenza di Patologie e Fitofagi
- Il clima caldo-umido o le piante indebolite dalla siccità favoriscono nuovi nemici:
- Mal dello stacco (Citospora): favorito dalle attuali condizioni climatiche, richiede potature drastiche che riducono ulteriormente la resa.
- Brownstain Disorder: un disordine fisiologico (macchie scure sui frutti) che dal 2024 si è presentato con netto anticipo, compromettendo la qualità commerciale.
- Xilofagi e Insetti: l'innalzamento delle temperature favorisce gli Scolitidi (attratti da piante debilitate)⁴ e la Cimice asiatica, che compromette la sanità del raccolto.

³ Il nocciolo è una pianta che ama climi temperati e soffre particolarmente quando le temperature alte si accompagnano a stress idrico; la zona dei Monti Cimini soffre per l'innalzamento delle temperature minime invernali. Se l'inverno è troppo mite, la pianta non soddisfa il suo fabbisogno di freddo, portando a fioriture irregolari e cali di resa.

⁴ Insetti "fungivori". Non si nutrono del legno in sé, ma portano con sé spore di funghi (come l'Ambrosia) che coltivano all'interno delle gallerie. È il fungo che ostruisce i vasi linfatici.





Tabella Cronologica delle Criticità Quadro Generale

PERIODO	CRITICITÀ CLIMATICA	IMPATTO TECNICO-ECONOMICO
Inverno	Anomalie calde / Blackfrost	Mancato soddisfacimento del fabbisogno di freddo e danni ai tessuti legnosi.
Primavera	Gelate tardive	Perdita totale o parziale della produzione dell'anno corrente.
Maggio	VPD elevato (aria secca)	Ridotta crescita dei rami che porteranno i frutti l'anno successivo.
Giu - Lug	Siccità (suolo < 12% umidità)	Formazione di nocchie vuote, "cimiciato" fisiologico e cascola.
Agosto	Stress termico (> 30°C)	Fattore limitante principale: drastica riduzione della resa in kg/ha.
Settembre	Eccesso di piovosità	Problemi di meccanizzazione e deterioramento qualità (muffe). Vizio Occulto: il deterioramento della qualità (imbrunimento del seme) causato dalla permanenza dei frutti al suolo in condizioni di elevata umidità.





METODO

Alla ricerca di una gestione dello stress climatico del nocciolo

Osservando la produzione di nocciole del 2025 – in alcune aziende o terreni – si rileva una caduta addirittura superiore al 90%, mentre rimane seppure a macchia di leopardo in altre aziende una produttività medio bassa.

- Il metodo che si vorrebbe usare, parte dunque dall'osservazione dei risultati finali (output) di tali fenomeni noti per risalire alle cause o alle dinamiche dei processi, può essere definito Inferenza inversa o Analisi a ritroso⁵:
 1. Si parte dal risultato finale (es. un gruppo di piante di nocciolo che ha prodotto poco e un gruppo che ha prodotto molto).
 2. Si analizzano a ritroso i dati dei processi (es. temperature di agosto, irrigazione, ore di freddo invernali).
 3. Si arriva alla conclusione stabilendo quali variabili del processo hanno determinato la produzione in quella annualità.
 4. Si studia il “prodotto finito” (il risultato del fenomeno) e si smonta il processo passo dopo passo per capire come le diverse componenti hanno interagito tra loro.

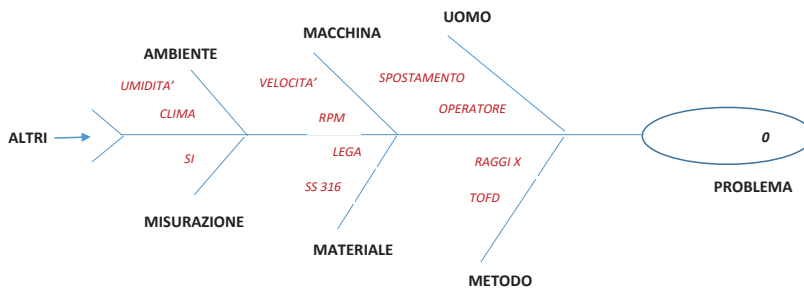
Se l'obiettivo è capire perché un fenomeno simile ha portato a un risultato negativo (criticità), il metodo si chiama analisi delle cause radici RCA.

Si parte dall'evento finale e si risale la catena dei processi utilizzando tecniche come i “5 perché” o il diagramma di Ishikawa (liscia di pesce) per isolare il fattore determinante.

Questo approccio è particolarmente potente nella ricerca scientifica perché permette di validare ipotesi teoriche partendo da dati reali già consolidati. Nel caso delle criticità climatiche del nocciolo, questo metodo permette di non limitarsi a dire “ha prodotto poco perché faceva caldo”, ma di mappare come il calore (Ambiente) interagisca con il tipo di terreno (Materiale) e con la gestione dell'acqua (Metodo/Macchine) per produrre il risultato finale.

⁵ (Backwards Induction) parte dall'osservazione di un effetto insolito o specifico e cerca di ipotizzare la causa più probabile che lo ha generato. Se guardiamo all'aspetto puramente matematico, stai descrivendo la costruzione di un Modello di Regressione. I risultati finali sono la tua Variabile Dipendente (Y). I dati dei processi sono le tue Variabili Indipendenti (X).





Il diagramma assomiglia, appunto, allo scheletro di un pesce:

La Testa: Rappresenta il problema o l'effetto che si sta analizzando (es. "Bassa resa del nocciolo")

La Lisca Centrale: Una linea orizzontale che punta verso la testa.

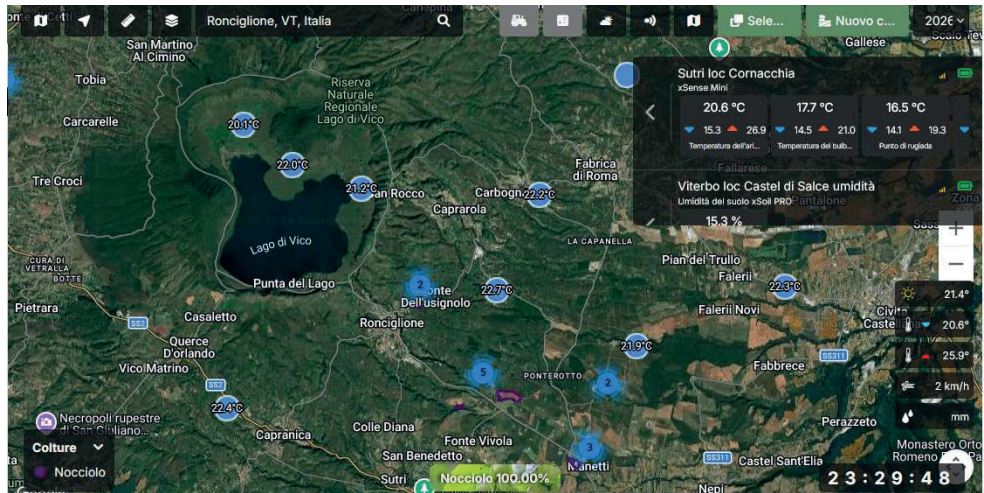
Le Lische Grandi: Rappresentano le categorie principali di cause.

Le Lische Piccole: Rappresentano le cause specifiche che alimentano ogni categoria.





DOVE SONO COLLOCATE LE CENTRALINE METEOCLIMATICHE

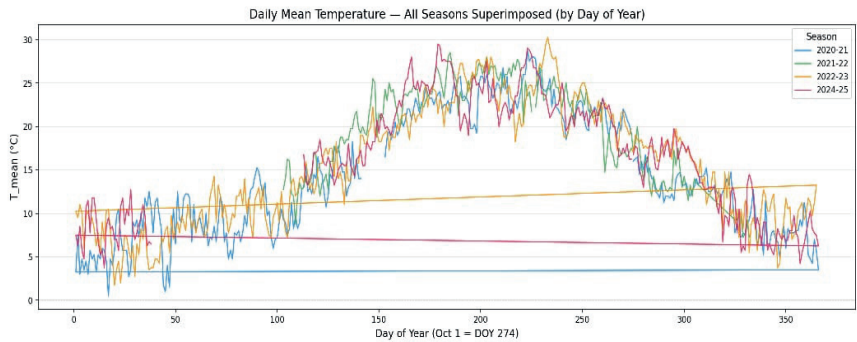




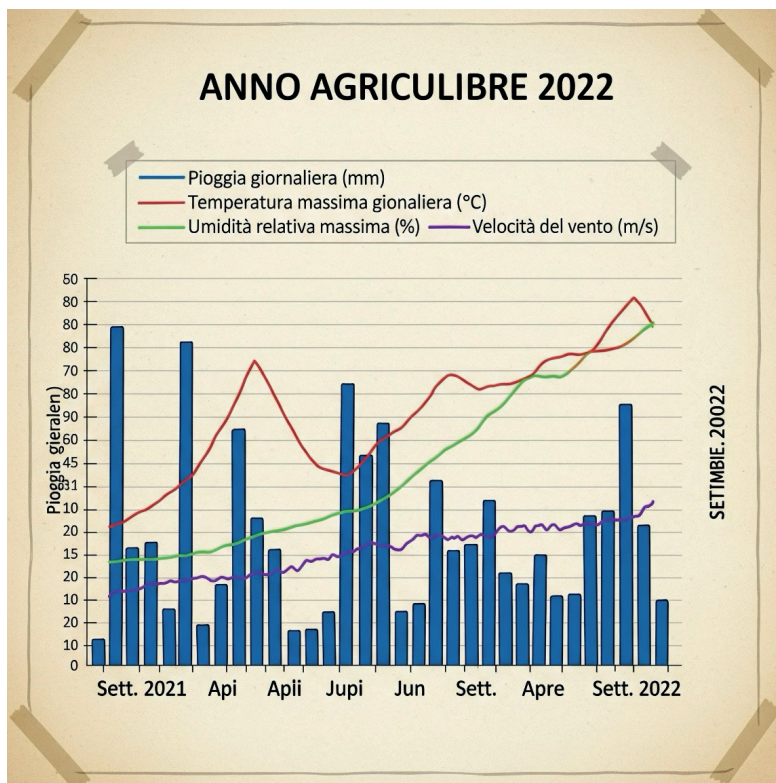
La prima azienda che privatamente installa delle centraline nel nostro territorio è l'azienda SANTUCCI in località Poggio di Cristo



Cosa possono mostrarci



	A	B
1		
2	DATE	Data
3	TN	Temperatura min
4	ITN	Momento della temperatura min
5	TX	Temperatura max
6	ITX	Momento della temp. massima
7	UN	Umidità minima
8	IUN	Momento di umidità relativa min
9	UX	Umidità massima
10	IUX	Momento di umidità relativa max
11	RR	Pioggia
12	RRX	Intensità pioggia
13	IRRX	Momento Pioggia Max
14	VT	Quantità di vento
15	Vm1X	Vento medio 1 minuto
16	GIX	Misurazione palette
17	IVm1X	Momento max vento medio 1 minuto
18	PN	Pressione atmosferica min
19	PX	Pressione atmosferica max
20	TAN	Temperature al suolo min. (indice actir
21	ITAN	Momento temperatura A min
22	TAX	Temperature al suolo max. (indice acti
23	ITAX	Momento temperatura A max
24	HH	Bagn. fogliare
25		
Poggio di Cristo - N0116194 (1)		Legende
BlaBlaCar		
Entra nella community.		SOTTOSCRIVI



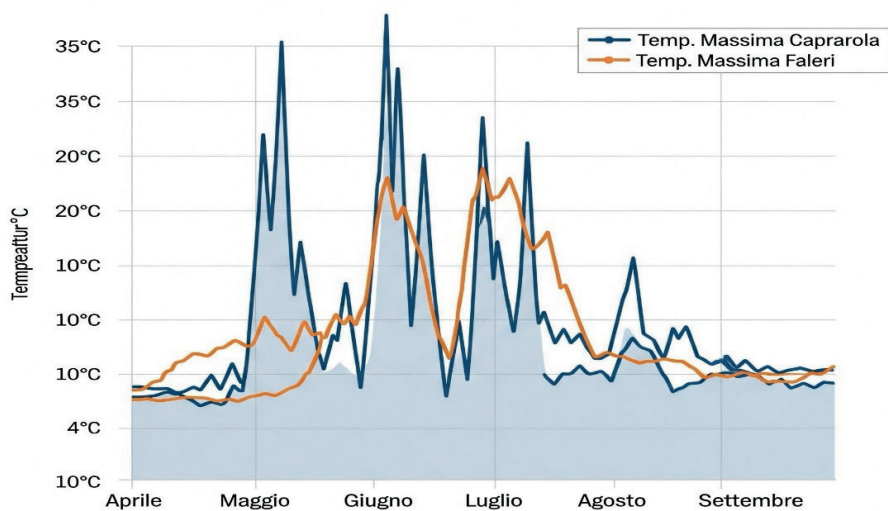
Nella proprietà Santucci (Poggio di Cristo) le centraline sono presenti dal 2020, oggi quelle delle cooperative COPRONT, CPN sono numerose, ma alcune sono state installate nel 2023; esiste una condivisione in rete, ma non c'è ancora una logica topografica definita.





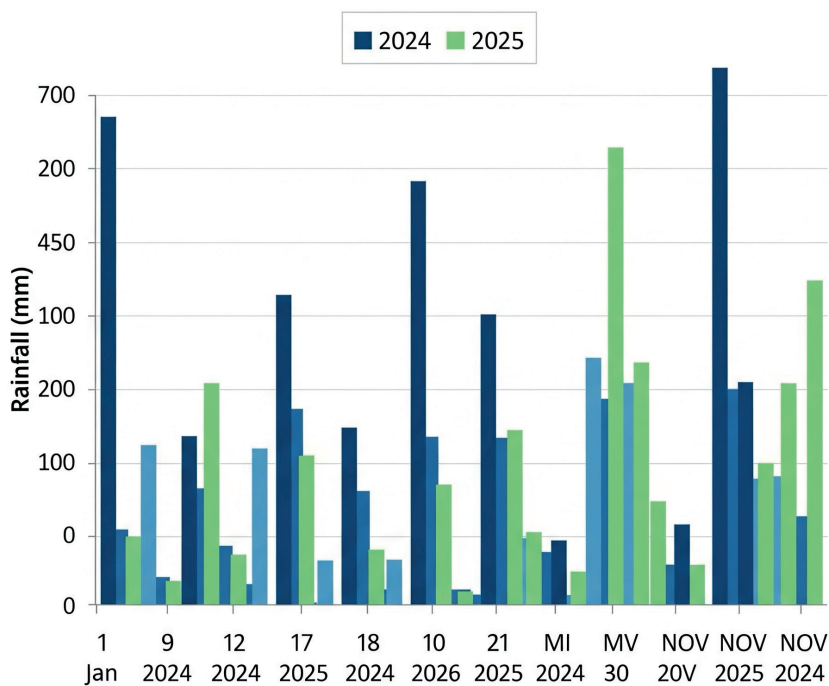
Due comuni diversi Caprarola e Faleri mostrano temperature
difformi

TEMPERATURE MASSIME GIORNALIERE - CAPRAROLA E FALERI (APRILE - SETTEMBRE 2025)





Daily Rainfall Comparison: 2024 vs. 2025





L'analisi integrata dei documenti evidenzia che il monitoraggio del solo terreno non è più sufficiente per una coltilcoltura redditizia. La gestione moderna deve considerare prioritario il VPD (Vapor Pressure Deficit): se l'aria è troppo secca, la pianta entra in stress anche con terreno bagnato a causa della sua strategia di sopravvivenza "water saving".

Le temperature medie di agosto si confermano il principale predittore della resa: un'eccessiva calura in questa fase riduce drasticamente il peso specifico dei semi. L'adozione di pratiche di Agricoltura Rigenerativa, come l'inerbimento del sottofila e l'apporto di sostanza organica, è fondamentale per aumentare la resilienza del suolo e proteggere l'apparato radicale superficiale (0-20 cm), garantendo una "spugna naturale" contro la siccità e mitigando gli sbalzi termici.

Approfondimento Monitoraggio Parametri

Questa tabella fornisce i valori soglia estratti dai manuali tecnici per attivare le allerte gestionali.

Parametro	Strumento / Metodo	Valore di Criticità (Alert)	Azione Correttiva Suggerita
Umidità Suolo	Sonde / Tensiometri	Sotto il 12-13%	Intervenire immediatamente con irrigazione di soccorso.
Ore di Freddo	Centralina meteo	< 600-800 ore (sotto 7°C)	Monitorare la sincronia della fioritura e dell'impollinazione.
VPD (Aria)	Igrometro / Termometro	Alto (Aria secca)	Inerbimento del sottofila per mitigare il microclima locale.
Temperatura Max	Termometro aria	Sopra i 32-35°C	Irrigazione climatizzante per abbassare la temperatura della chioma.
Gelo Tardivo	Allerta Meteo	Sotto i 2°C (Marzo-Aprile)	Attivazione sistemi antibrina o trattamenti biostimolanti.
Stato Pianta	Analisi fogliare	Carenza nutrienti	Concimazione mirata per sostenere lo sviluppo dei frutti.

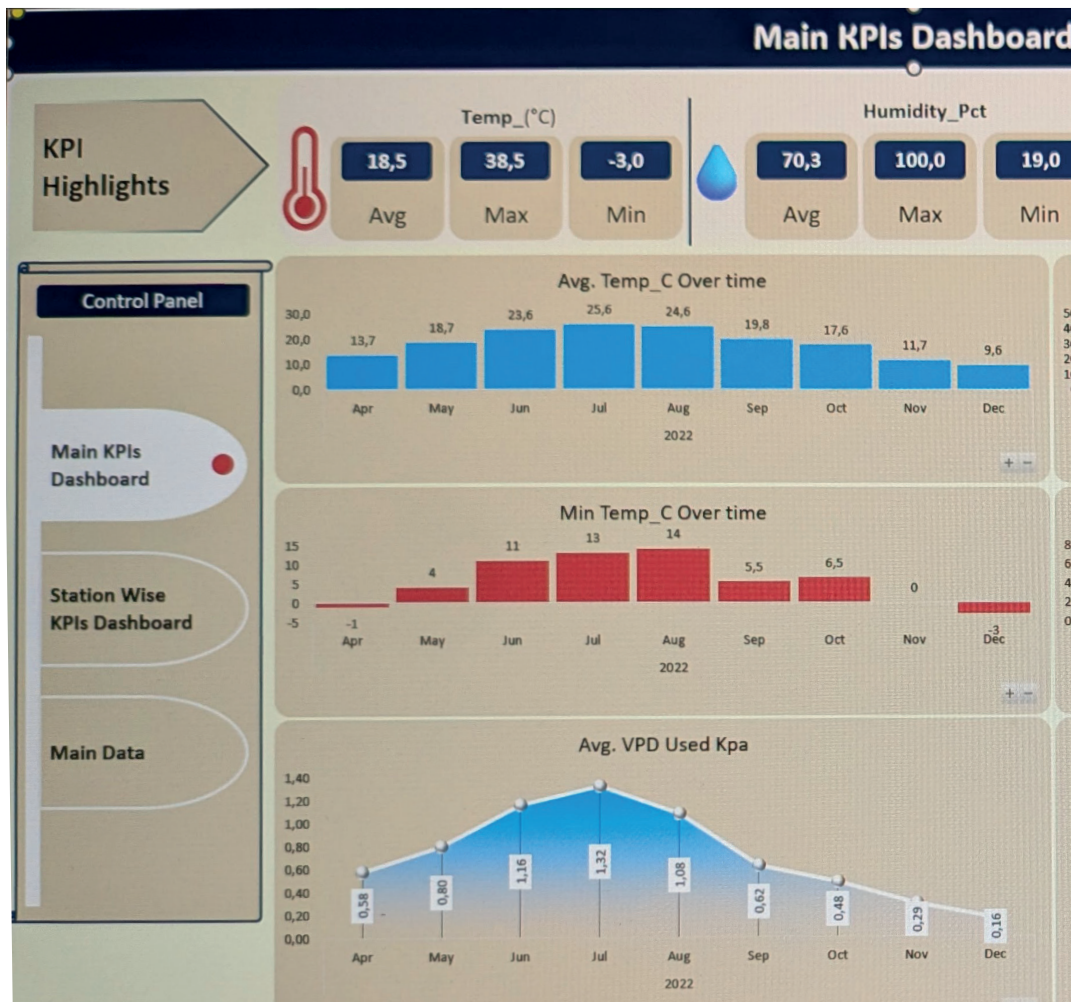


Sintesi delle Criticità per Fase Fenologica

Analisi degli eventi climatici e del loro impatto diretto sulla produzione

Periodo	Fase Fenologica	Criticità Climatica	Impatto Tecnico-Economico
Inverno	Dormienza / Fioritura	Mancanza di freddo / Venti secchi	Disallineamento dell'impollinazione e danni ai tessuti legnosi.
Mar - Apr	Germogliamento	Gelate tardive	Morte dei nuovi germogli e perdita totale o parziale del raccolto.
Maggio	Sviluppo vegetativo	Aria troppo secca (Alto VPD)	Ridotta crescita dei rami che porteranno i frutti l'anno successivo.
Giu - Lug	Accrescimento frutto	Siccità prolungata	Formazione di nocchie vuote, semi raggrinziti e cascola precoce.
Agosto	Maturazione	Temperature > 30-33°C	Drastica riduzione della resa in kg/ha e della qualità dell'olio.
Settembre	Raccolta	Piogge eccessive	Difficoltà meccaniche, sviluppo di muffe e deterioramento della qualità.

I dati delle meteo centraline raccolti sono stati organizzati in un “pannello di controllo” che permette il facile confronto tra annualità, appezzamenti e comuni produttivi. Tutti i dati sono fruibili al link <https://dati2025.tamen.it/>



Poggio di Cristo, Santucci - 2022





Poggio di Cristo, Santucci - 2025





Main KPIs Da

KPI Highlights



Temp_(°C)

16.6

Avg

40.0

Max

-5.5

Min

Humidity

70.3

Avg

100.0

Max

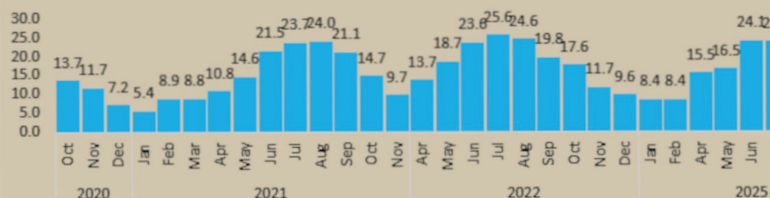
Control Panel

Main KPIs
Dashboard

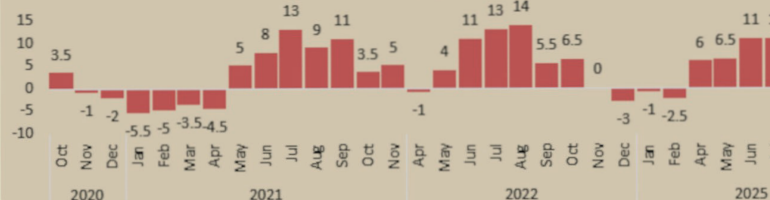
Station Wise
KPIs Dashboard

Main Data

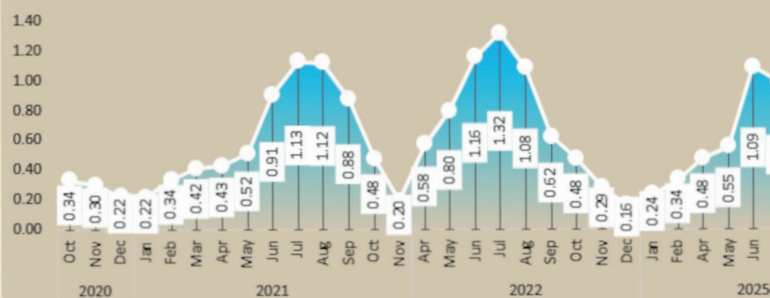
Avg. Temp_C Over time



Min Temp_C Over time



Avg. VPD Used Kpa



Dashboard

Pct

13.5

Min

Rain_mm

2.8

Avg

79.8

Max

VPD_Used_kpa

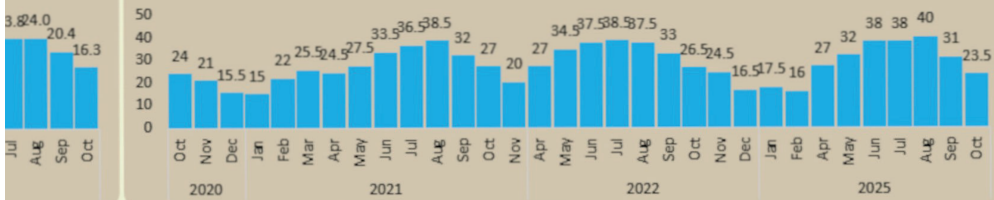
0.6

Avg

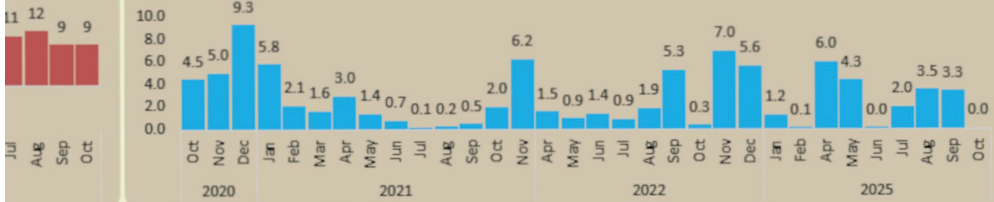
2.2

Max

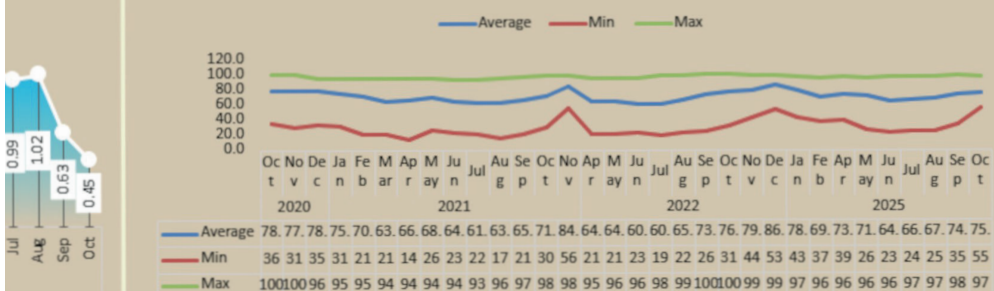
Max Temp_C Over time



Avg. Rain_mm Over time



Humidity Avg., Min and Max Pct Over Time





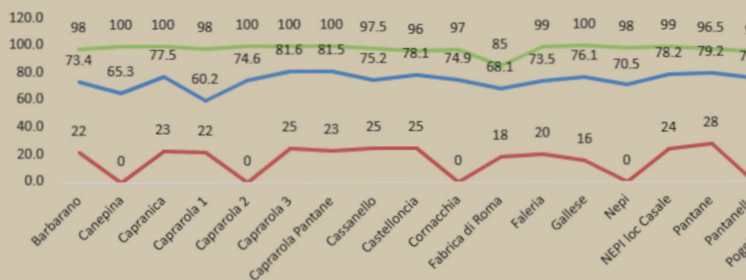
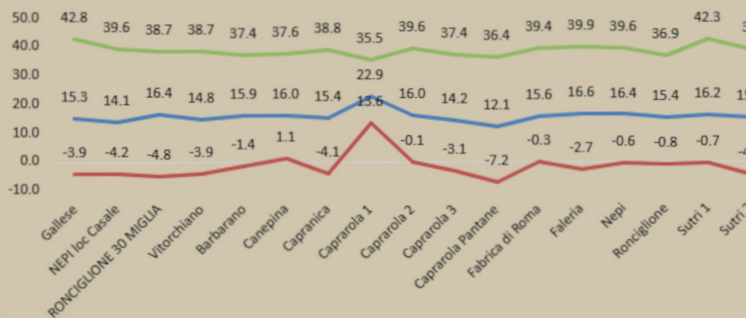
Station Wise KPIs

Control Panel

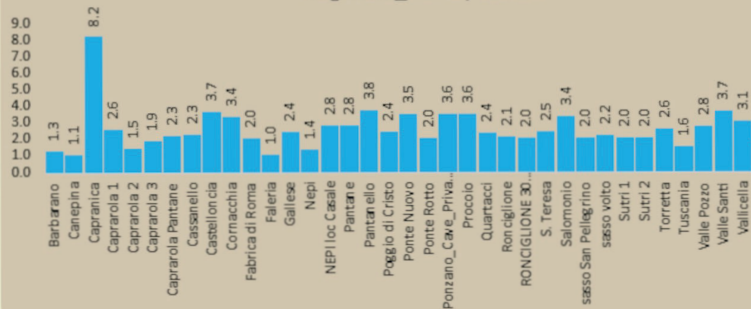
Main KPIs Dashboard

Station Wise KPIs Dashboard

Main Data

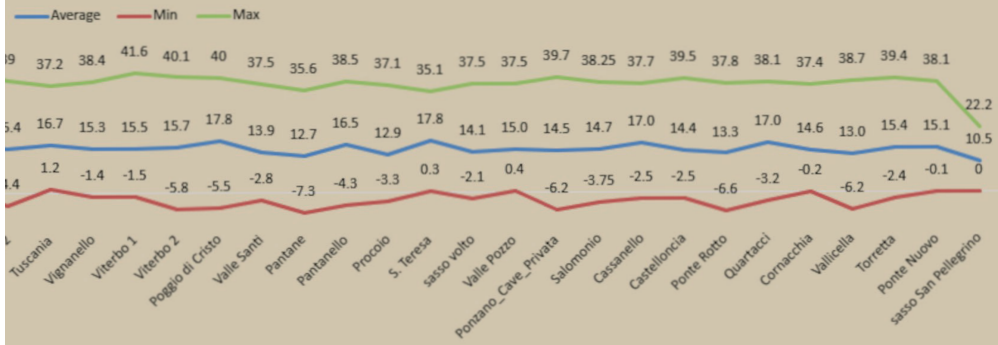


Avg. Rain_mm By Station

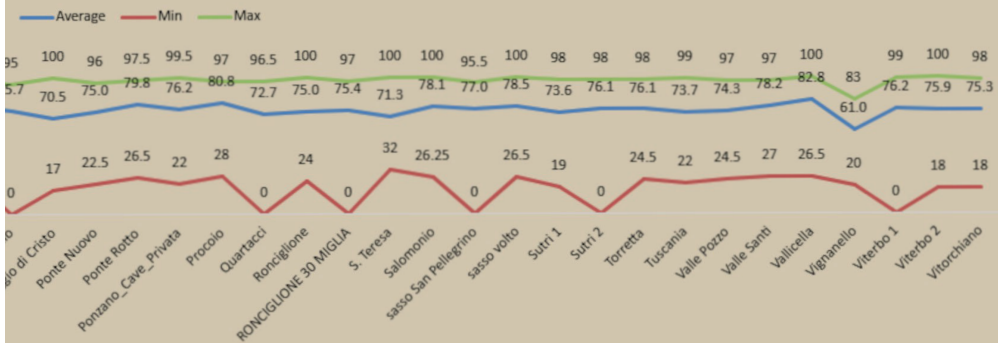




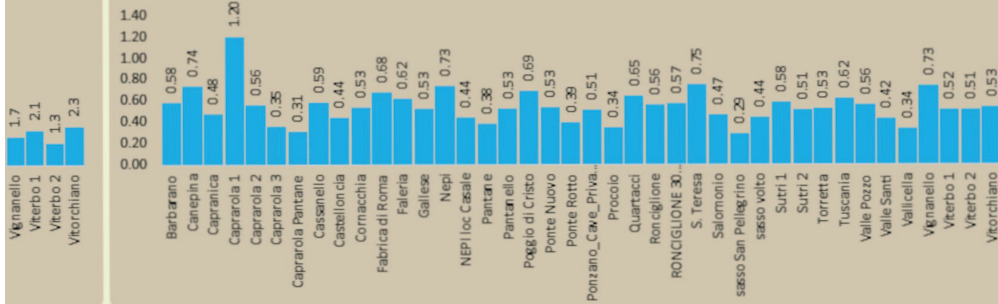
Temp (°C) By Station



Humidity Pct By Station



Avg. VPD Used_Kpa By Station





La necessità di un'analisi integrata di dati

Stupisce che nella letteratura troviamo la necessità della ricerca di un algoritmo nell'indagine predittiva della resa dei raccolti di nocciole da parte delle grandi aziende che le comprano e trasformano, o da parte delle compagnie assicurative. Il termine algoritmo lo troviamo, invece, sfogliando gli studi effettuati in Turchia, Spagna e Oregon ma non si evidenzia quando parliamo di piccoli produttori del Viterbese.

È un interessante studio di F. Lodato e altri ...a dare immagini di analisi dei dati satellitari dell'area di coltivazione sui Cimini, attorno al Lago di Vico; questo ci porta a concludere che il monitoraggio basato solo su dati ottici (satellitari o dati radar) non è sufficiente a fornire un quadro accurato.

L'integrazione dei dati ottici-satellitari, i rilevamenti radar insieme ai tantissimi dati delle centraline meteo-climatiche a cui corrispondono le singole produzioni ottenute, permette di pianificare interventi mirati (algoritmo) che guidino i produttori verso un'agricoltura di precisione che darà come risultato una agricoltura rigenerativa.



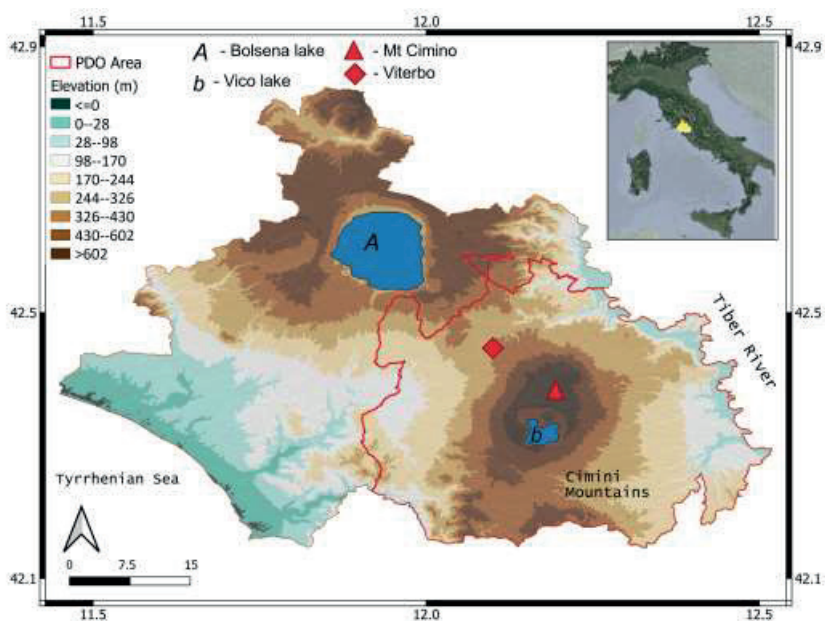


Figure 1. Area of Interest (AOI), encompassing the provincial boundaries of Viterbo in Italy, with a specific focus on the geographical positioning of the PDO (Protected Designation of Origin) within this AOI.

remote sensing MDPI 2024

Analisi approfondita e caratterizzazione di un contesto agro-industriale del nocciolo attraverso l'integrazione di dati satellitari multisorgente: Un caso di studio nella provincia di Viterbo, Italia

Curato da: Francesco Lodato, Giorgio Pennazza, Marco Santonico, Luca Volle-
ro, Simone Grasso, Maurizio Pollino





CONCLUSIONI

La raccolta di nocciole nel viterbese tra il 2024 e il 2025 ha mostrato problemi importanti - con esiti tanto vari quanto preoccupanti - e ha condotto a doverose riflessioni.

La variabilità delle produzioni, in alcuni casi particolarmente rilevanti, ha portato i corilicoltori a soluzioni diverse, molto spesso empiriche, a volte lontane dall'analisi dei dati e prese affidandosi a esperienze precedenti.

Sulla base di questa vicenda è nata l'esigenza di un approccio che riesca a legare l'analisi di dati che oggi, grazie all'agricoltura di precisione e, nello specifico, alle colonnine meteoclimatiche sono a nostra disposizione, e le produzioni sia in termini quantitativi che qualitativi. Da qui possiamo trarre le indicazioni che dovrebbero rappresentare il nesso causale, il nodo che lega un determinato appezzamento, la condizione climatica e il raccolto. Dalla corretta interpretazione dei dati deriverà la necessità o meno di specifici trattamenti o di interventi agronomici.

Il presente studio ha preso in esame le variabili che accompagnano la coltivazione del nocciolo: il clima, i trattamenti culturali, il terreno e le piante (con la loro età e varietà) a fronte di un dato certo che è fornito dal quantitativo e dalla qualità del raccolto. Lo scopo è quello di sviluppare da un lato un approccio alla corilicoltura più consapevole e dall'altro ci può aiutare a creare una rete di dati che consentano confronti atti a dedurre soluzioni appropriate.

L'ideale sarebbe partire da un anno-base analizzato su un determinato appezzamento e confrontarlo con i dati forniti dalle meteo centraline disseminate sul territorio, così si può giungere a risposte molto più precise e mirate per la gestione delle piantagioni e si arriva a comprendere i nessi causali che legano le variabili agli esiti finali.

L'esame incrociato di dati climatici insieme ai suggerimenti per l'oculato uso di fitofarmaci o anti-parassitari sarà la strada da percorrere nei prossimi anni, tutti insieme e con intelligente lungimiranza.





La consapevolezza da parte di tutti gli operatori coinvolti che le moderne applicazioni tecnologiche non potranno che facilitare il loro lavoro, è un passo fondamentale per arrivare ad una **agricoltura rigenerativa**, ottimale per esiti di alta qualità dei raccolti, per la salvaguardia dei territori e per una e sostenibilità ambientale economicamente vantaggiosa per tutti.







BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

Ascopiemonte (2020). *Il Nocciolo: Guida alla coltivazione*. Cuneo: Associazione Produttori Frutta a Guscio Piemonte.

AA.VV. (2022). *Nocciola. Re-innovare nel nocciolo*. Bologna: Edagricole-New Business Media.

Aygün, A., & San, B. (2019). *Evaluation of drought and heat stress tolerance in hazelnut (Corylus avellana L.) cultivars*. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 43(2), 145-156. (*Studio sulla risposta degli stomi e suscettibilità alle ondate di calore estive*).

Beyhan, N., & Marangoz, D. (2021). *Factors affecting fruit set and blank hazelnut formation*. Scientia Horticulturae, 281, 109-118. (*Ricerca sul legame fisiologico tra stress termici e formazione delle nocciole vuote*).

Girona, J., Cohen, M., Mata, M., & Marsal, J. (2018). *Respuestas fisiológicas e hídricas del avellano (Corylus avellana L.) bajo diferentes regímenes de riego*. Revista de Fruticultura, 62, 24-35. (*Lavoro cardine sulla limitazione della fotosintesi in risposta al VPD e deficit idrici*).

Grau, P., & Medel, F. (2017). *Comportamiento fisiológico del avellano europeo frente al estrés hídrico y térmico en climas de transición*. Ciencia e Investigación Agraria, 44(1), 12-23. (*Studio sulle risposte fotosintetiche e la strategia water saving del nocciolo*).

Mehlenbacher, S. A. (2019). *Chilling requirements and phenology forecasting in Corylus avellana*. HortScience, 54(8), 1320-1328. (*Analisi del fabbisogno in freddo invernale e modelli di previsione delle gelate tardive*).

Ministero dell'Agricoltura, della Sovranità Alimentare e delle Foreste / CREA (2022). *Piano Corilicolo Nazionale 2022–2025*. Roma: MASAF.

Olsen, J. L. (2018). *Hazelnut Microclimate and Water Relations*. Oregon State University Extension Service, EM 9192, 1-14. (*Monitoraggio micrometeorologico dei parametri di Vapor Pressure Deficit nei corileti*).

Roversi, A. (2020). *Il Nocciolo: Progettazione e coltivazione del corileto*. Bologna: Edagricole-New Business Media.

Per i dati meoclimatici delle centraline si rimanda al link
<https://dati2025.tamen.it/>









9 788890 656361

